COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Hautefeuille,* dans la Section de Minéralogie.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Hautefeuille** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du borure de fer.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons établi qu'à la température de l'arc électrique, le carbone pouvait s'unir aux métaux, en produisant des carbures cristallisés par-

faitement définis, tels que le carbure d'aluminium et les acétylures alcalino-terreux.

» Le bore et le silicium peuvent donner de même des séries de composés également définis et cristallisés. L'étude de ces nouvelles séries enrichira la Chimie de corps parfois très stables, et dont certains, vraisemblablement, pourront avoir quelques applications industrielles. De plus, elle fournira d'utiles renseignements pour l'établissement de la valence et la classification des corps simples.

» Nous étudierons plus particulièrement, aujourd'hui, la préparation du borure de fer qui peut servir de type pour l'obtention d'un certain nombre de borures métalliques.

» Cette préparation découlait d'ailleurs tout naturellement de l'action du bore sur les carbures de fer et elle nous a permis ([1]) d'aborder avec M. Charpy l'étude des aciers au bore.

» *Préparation du borure de fer.* — Ce nouveau composé peut s'obtenir : 1° par l'action du chlorure de bore sur le fer réduit; 2° en faisant agir directement le bore sur le fer.

» 1° *Action du chlorure de bore sur le fer réduit.* — Du fer réduit bien pur est placé dans un tube de porcelaine traversé lentement par un courant de vapeurs de chlorure de bore. L'appareil est porté au rouge sombre; il se produit aussitôt du chlorure de fer volatil et il reste dans le tube un borure de fer amorphe de couleur grise.

» 2° *Action du bore sur le fer.* — Cette préparation peut se faire dans un four à tube chauffé par un bon feu de coke. On brasque une nacelle de porcelaine avec la quantité de bore nécessaire à la combinaison et l'on place par dessus du fer de Suède ou du fer réduit. L'appareil est ensuite traversé par un courant très lent d'hydrogène, et l'on chauffe entre 1100° et 1200°. On laisse refroidir dans l'hydrogène et l'on obtient ainsi un culot métallique qui, lorsque la teneur en bore est voisine de 9 pour 100, présente une texture cristalline très nette et se casse avec facilité suivant des plans de clivage bien déterminés. De longues aiguilles traversent la masse et prennent souvent des teintes irisées.

» Lorsque l'on place un cylindre de fer doux sur du bore amorphe bien pur dans les conditions que nous venons d'indiquer, le bore produit un véritable phénomène de cémentation et bien avant le point de fusion du fer, que l'on ne saurait atteindre dans cet appareil, la fusion de la fonte borée se produit avec facilité. Cette fonte borée, lorsqu'elle renferme de 8 à 9 pour 100 de bore, fond à une température un peu inférieure à celle

---

([1]) H. Moissan et G. Charpy, *Sur les aciers au bore* (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 130).

de la fonte ordinaire. Avec la pince thermo-électrique de M. Lechâtelier, nous avons trouvé que son point de fusion était voisin de 1050°.

» Si la teneur en bore atteint 15 pour 100, la fusion devient beaucoup plus difficile, le culot présente une cassure conchoïde et la cristallisation est confuse. Dans un bon feu de coke ou même dans un four chauffé avec du charbon de cornue, on ne fond qu'avec difficulté le mélange à 20 pour 100 de bore; il vaut mieux, dans ces conditions, utiliser le four électrique.

» On peut obtenir aussi une fonte borée au four électrique en chauffant, dans un creuset de charbon brasqué avec du bore, des morceaux de fer doux de bonne qualité. La réaction peut alors se produire sur des masses plus grandes et avec un courant de 300 ampères et 65 volts, la chauffe ne doit pas durer plus de cinq à six minutes.

» Si la température est trop élevée, le carbone du creuset intervient dans la réaction et la fonte borée renferme une quantité variable de borure de carbone cristallisé.

» Les culots métalliques préparés soit au four à tube, soit au four électrique, sont concassés et attaqués par l'acide chlorhydrique étendu de deux à trois fois son volume d'eau. On dissout ainsi l'excès de fer et il reste ensuite une matière cristalline qu'on lave à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther pour éviter dans sa dessiccation l'action simultanée de l'acide carbonique et de l'humidité. Les cristaux obtenus dans ces conditions présentent une composition constante. C'est le borure de fer de formule BoFe.

» *Propriétés.* — Le borure de fer se présente en cristaux brillants, de plusieurs millimètres, d'un gris un peu jaunâtre. Sa densité est de 7,15 à 18°. Ces cristaux sont inaltérables dans l'air ou dans l'oxygène sec. En présence de l'air humide, ils se recouvrent avec facilité d'une couche ocreuse [1].

» Chauffés dans un courant de chlore au rouge, ils sont attaqués avec incandescence et le chlore s'unit au bore et au fer. Le brome attaque ce composé plus facilement et il semble se former un bromure double de bore et de fer. L'iode est sans action à 1100°. Il en est de même pour l'acide iodhydrique.

---

[1] Si l'on opère sur la cuve à mercure en présence d'une petite quantité d'eau et d'un volume d'air déterminé, on constate, après vingt-quatre heures, une diminution notable d'oxygène et l'on voit que chaque parcelle de borure s'est entourée d'une couche gélatineuse ayant l'apparence de la rouille.

» Chauffé dans l'oxygène, le borure de fer brûle avec éclat et, lorsque la combustion est commencée en un point, elle se continue sur toute la masse sans que l'on ait besoin de maintenir une élévation de température. Dans toutes ces expériences, le borure de fer amorphe s'attaque plus facilement que le borure cristallisé; et comme cette action de l'oxygène est accentuée lorsque le borure pulvérulent se trouve en présence d'humidité et d'acide carbonique, c'est bien à l'existence de ce borure de fer que l'on doit attribuer les phénomènes d'incandescence qui se produisent parfois dans la dessiccation du bore impur préparé par l'action du sodium sur l'acide borique.

» Le borure amorphe est attaqué par le soufre à une température peu supérieure à son point de fusion. Le borure cristallisé s'attaque de même avec incandescence, mais à une température plus élevée.

» Le phosphore au rouge fournit un mélange de phosphure de fer et de phosphure de bore.

» Le chlorate de potassium, à sa température de fusion, n'attaque pas le borure de fer, mais, lorsqu'on élève la température, l'attaque commence et se continue avec incandescence. Il en est de même pour l'azotate de potassium en fusion.

» Les carbonates alcalins fondus détruisent avec rapidité le borure de fer; l'attaque est complète en quelques instants. La potasse fondue déshydratée attaque vivement le borure de fer, mais sans incandescence.

» L'acide sulfurique concentré ou étendu est sans action à froid. L'acide concentré, à sa température d'ébullition, décompose le borure de fer avec formation d'acide sulfureux et de sulfate de fer anhydre. L'acide chlorhydrique concentré attaque lentement, à chaud, ce composé, tandis que l'acide étendu n'exerce aucune action et permet, comme nous l'avons indiqué plus haut, d'en séparer l'excès de métal. L'acide fluorhydrique en solution n'attaque que lentement le borure, soit à froid, soit à chaud.

» Le véritable dissolvant du borure de fer est l'acide nitrique, et, par conséquent, l'eau régale. L'acide nitrique très étendu ne le dissout qu'à l'aide de la chaleur, mais l'acide fumant ou hydraté l'attaque avec violence.

» *Analyse.* — Le dosage du fer a toujours été fait à l'état de sesquioxyde; on ne peut pas utiliser pour ce composé la méthode au permanganate. Le dosage du bore a été effectué sous forme de borate de chaux.

» Dans cette dernière analyse le borure de fer a été attaqué par l'acide

azotique dans l'appareil qui sert au dosage, appareil que j'ai décrit précédemment ([1]). Après la cessation de tout dégagement gazeux, l'acide borique a été chassé par l'alcool méthylique et le liquide mis en digestion avec de la chaux vive. De l'augmentation de poids de la chaux, on déduit la teneur en bore.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie BoFe.
Fer.........	84,15	84,48	83,86	83,58
Bore.......	15,18	14,94	15,59	16,42

» Le petit excès de fer qu'indiquent ces analyses provient de ce que les cristaux de borure de fer ont toujours retenu quelque trace de ce métal interposé. Le borure amorphe, obtenu par l'action du chlorure de bore sur le fer réduit, nous a fourni des chiffres plus exacts (analyse n° 3).

» Ces analyses conduisent, pour le composé cristallisé que nous venons de décrire, à la formule BoFe.

» En élevant la température du four électrique au moment de la préparation de la fonte borée, nous n'avons jamais pu obtenir d'autres combinaisons. A ces hautes températures, la Chimie semble se simplifier et l'on n'obtient plus qu'une seule combinaison toujours de formule très simple. »

M. P.-P. Dehérain présente à l'Académie, au nom de l'Association des anciens élèves de M. Fremy, une Brochure intitulée : « Edmond Fremy, 1814-1894. »

Cette Brochure renferme, outre des Notices biographiques, l'indication très détaillée des Mémoires et des Ouvrages publiés par M. Fremy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Raoul Pictet adresse une nouvelle Note, intitulée : « Étude de la constitution des liquides et de leurs vapeurs aux températures voisines du point critique, par les dissolutions de corps solides dans ces liquides ».

(Commissaires : MM. Fizeau, A. Cornu, Cailletet.)

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1087.

M. **A. Duponchel** adresse deux nouvelles Notes, concernant « l'Adaptation des principes de la nouvelle théorie cosmogonique à l'interprétation des formules dans les combinaisons chimiques ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Stan. Millet** adresse un « Projet de communication avec la planète Mars ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Gaston de Saporta*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Aix le 26 janvier 1895.

M. **Hergott**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Brendel** adresse ses remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. **Prillieux** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **Maxime Cornu** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1894.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Fourier.* Note de M. E. Le Roy, présentée par M. Poincaré.

« La méthode d'approximations successives, au moyen de laquelle M. Poincaré a résolu le problème de Dirichlet, ne réussit pas seulement pour l'équation de Laplace. Appliquons-la au refroidissement d'un corps solide par communication.

» Il s'agit de trouver une fonction $V(x, y, z, t)$ continue à l'intérieur d'un domaine D limité par une surface fermée S, satisfaisant en tout point de D et pour toute valeur positive du temps à l'équation

$$\Delta V = \frac{\partial V}{\partial t},$$

prenant sur S des valeurs données indépendantes du temps et se réduisant pour $t = 0$ à une fonction de (x, y, z) arbitrairement donnée.

» Le problème ne comporte qu'une solution et, si l'on sait résoudre le problème de Dirichlet, on peut ramener le cas général au cas où la fonction V s'annule sur S.

» Soit T une sphère contenant la surface S à son intérieur. Considérons la fonction

$$W_0 = \int\int\int_{(T)} \rho(\xi, \eta, \zeta) e^{-\alpha^2 t} \frac{\cos \alpha r}{r} d\xi \, d\eta \, d\zeta$$
$$[r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + (z-\zeta)^2].$$

» On peut choisir α et ρ de façon que W_0 soit positif dans T. Cette fonction jouit d'ailleurs de toutes les propriétés d'une fonction potentielle pour laquelle l'équation de Fourier serait substituée à l'équation de Laplace.

» Prenons les sphères envisagées par M. Poincaré dans sa solution du problème de Dirichlet et considérons-les dans le même ordre que cet auteur.

» Construisons une suite illimitée de fonctions W_i de la façon suivante : à l'extérieur de la sphère de rang $i+1$, W_{i+1} coïncide avec W_i ; à l'intérieur de la sphère de rang $i+1$, W_{i+1} satisfait à l'équation de Fourier, se réduit à la même fonction que W_i pour $t = 0$ et prend sur la sphère les

mêmes valeurs que W_i. On a alors

$$W_i > 0, \qquad W_{i+1} \leqq W_i.$$

Donc la suite W_i est convergente : soit W sa limite. Cette fonction W prend sur S les mêmes valeurs que W_0 et se réduit pour $t = 0$ à la même fonction que W_0.

» Un procédé analogue à celui de M. Poincaré montre que la fonction W est continue.

» Posons

$$J = \int_t^\infty W(x, y, z, \tau)\, d\tau, \qquad J' = \int_t^\infty J'(x, y, z, \tau)\, d\tau.$$

On peut écrire

$$J_{\alpha_1} - J = \Sigma \int_t^\infty U_{\alpha_i} d\tau = \Sigma V_{\alpha_i}, \qquad J'_{\alpha_1} - J' = \Sigma \int_t^\infty V_{\alpha_i} d\tau = \Sigma V'_{\alpha_i}.$$

On démontre que l'on a

$$J' = \int\int_{(\Omega_\alpha)} \frac{dG}{dn_i} J'\, d\sigma - \int\int\int_{(\Omega_\alpha)} G \frac{\partial J'}{\partial t}\, dt,$$

G étant la fonction de Green. Donc J′ a des dérivées des deux premiers ordres, qu'on peut obtenir en dérivant la série V'_{α_i} terme à terme, et vérifie l'équation de Fourier. On conclut qu'il en est de même pour W.

» Soit $\varphi(x, y, z)$ une fonction positive dans T. Refaisons, à partir de W, une nouvelle série d'approximations semblable à la précédente, en prenant dans chaque sphère la fonction $W_0 - \varphi$ pour définir les valeurs relatives à $t = 0$. On aura cette fois

$$W'_{\alpha_i} - W'_{\alpha_{i+1}} \leqq \frac{1}{t}(P_{\alpha_i} - P_{\alpha_{i+1}}),$$

et les conclusions seront les mêmes. On définira une limite W′ qui sera solution de l'équation de Fourier, qui prendra sur S les mêmes valeurs que W_0 et qui se réduira, pour $t = 0$, à $W_0 - \varphi$.

» Cela posé, la fonction W — W′ résout le problème proposé pour le cas où la fonction donnée φ relative à $t = 0$ est positive. On en déduit immédiatement la solution du problème dans le cas général.

» On peut mettre la solution du problème de Fourier sous une autre

forme. Soient U_i les fonctions qui jouissent des propriétés suivantes :

$$\Delta U_i + \xi_i^2 U_i = 0 \text{ dans D}, \qquad U_i = 0 \text{ sur S}.$$

Soit φ la fonction donnée pour $t = 0$. Posons

$$A_i = \iiint_{(S)} \varphi U_i \, d\tau.$$

Écrivons

$$V = A_1 U_1 e^{-\xi_1^2 t} + \ldots + A_n U_n e^{-\xi_n^2 t} + R_n.$$

M. Poincaré a montré que $\iiint R_n^2 \, d\tau$ tend vers zéro quand n augmente indéfiniment. Sachant que V existe et est continue, on en conclut que R_n tend vers zéro. D'où

$$V = \Sigma A_i U_i e^{-\xi_i^2 t}.$$

Cela posé, on voit aisément que, si la série $A_i U_i$ est convergente, elle a pour somme φ. Or cette série est convergente si φ et $\Delta\varphi$ s'annulent sur S et que $\Delta\Delta\varphi$ existe. Dans ce cas, la possibilité de développer une fonction arbitraire en série de fonctions U_i est établie. »

GÉODÉSIE. — *Sur le nivellement de précision récemment fait en Russie.* Note de M. le général **Venukoff**, présentée par M. Lœwy.

« Le nombre des localités dont l'altitude est déterminée est assez considérable dans la Russie d'Europe : de 25000 à 30000. Cela a permis au général Tillo de dresser une Carte hypsométrique de ce pays, que l'Académie possède. Mais la valeur scientifique de ces déterminations n'est pas partout la même, et M. Tillo a, avec beaucoup de raison, donné à son œuvre le titre d'un *Essai de représentation du relief du sol russe.* Les nombreuses données numériques qui servaient de base à la *Carte hypsométrique* de Tillo n'étaient pas mises en accord parfait, faute d'un nivellement de grande précision qui pût les réunir en une seule œuvre absolument exacte. Pour procurer à la Géodésie russe cette base primordiale de tous les nivellements passés et à venir, l'état-major général, inspiré par le général Stebnitzky, a entrepris de grands travaux le long des principaux chemins de fer russes : cela demandait du temps, une méthode identique des opé-

rations et un personnel bien expérimenté dans l'emploi de cette méthode.

» Enfin, en 1894, il est devenu possible de réunir en une livraison tous les résultats de ce nivellement de contrôle, et M. le colonel Rylké s'est chargé de cette œuvre. Son *Catalogue* contient la liste de 1090 stations du nivellement de précision, dont l'altitude exacte fut mesurée par *plusieurs* officiers géodésiens, mais avec les *mêmes* instruments et par la même méthode. Les lignes de leurs opérations étaient choisies par la direction générale des travaux et distribuées sur la surface de toute la Russie d'Europe. C'étaient les lignes des chemins de fer qui commencent sur les côtes de la mer Baltique pour aboutir à la mer Noire et aux bords du fleuve Oural. En sept endroits ces travaux russes sont rattachés aux travaux allemands (en Prusse) et autrichiens (en Galicie). Plusieurs polygones de contrôle ont été calculés par M. Rylké, et ce calcul a prouvé la grande exactitude de ces mesures.

» La longueur totale des lignes nivelées dépasse 13000^{km} (12200 verstes), et plus de 11000^{km} ont été nivelés deux fois, aller et retour. De solides témoins sont établis aux principales stations du réseau des chemins de fer, pour servir de points d'appui aux nivellements futurs.

» Il est curieux de noter qu'aucune altitude déterminée en Russie, pendant le nivellement de contrôle, ne dépasse 159 sagènes = 338^{m}; pour la plupart, les chiffres du *Catalogue* oscillent entre 50 et 70 sag. = 110-150^{m}, tellement le pays est bas.

» Enfin, pour la Géographie, le résultat le plus important du nivellement russe est l'*identité bien établie des niveaux des trois mers :* Baltique, Noire et d'Azof. Mais ce niveau commun de trois bassins intérieurs, fermés de tous côtés par les terres, est-il le même que celui de l'Océan ? C'est une question à poser aux géographes futurs. »

PHYSIQUE. — *Sur la dissolution des solides dans les vapeurs.* Note de M. P. Villard.

« Au sujet de la récente Communication de M. Raoul Pictet [1], je demande à l'Académie la permission de faire remarquer que les résultats obtenus par l'auteur avec la solution alcoolique d'alizarine offrent une étroite

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 64 (14 janvier 1895).

ressemblance avec ceux que j'ai fait connaître, il y a quelques mois, et qui sont relatifs à l'iode dissous dans l'anhydride carbonique ([1]).

» Laissant de côté le phénomène, d'ailleurs connu, de la dissolution d'un solide dans une vapeur ([2]), je rappelle brièvement les observations que j'ai publiées à ce sujet.

» L'anhydride carbonique était renfermé en quantité convenable, avec un peu d'iode, dans des tubes scellés. En élevant progressivement la température d'un tube rempli à très peu près au volume critique, j'ai constaté que la vapeur qui se dégageait du liquide coloré ne présentait aucune trace visible de coloration, la teinte violacée de l'iode se diffusant ensuite dans toute la masse à partir de la température critique. Ce résultat est conforme à celui qui est annoncé par M. Raoul Pictet.

» Mais si l'on a soin de déposer un peu d'iode vers le sommet du tube, les vapeurs incolores qui s'échappent du liquide vont dissoudre une partie de l'iode déposé et acquièrent une coloration qui peut dépasser beaucoup celle du liquide, si ce dernier n'est pas en présence d'un excès du métalloïde colorant. En outre, tant que le point critique n'est pas atteint, une zone neutre persiste au-dessus du ménisque.

» A basse température, si l'on a soin d'agiter le tube pour établir un état définitif d'équilibre, la vapeur saturée est beaucoup moins colorée que le liquide; la différence devient nulle au point critique. La solubilité de l'iode dans le liquide, très faible à $-40°$, augmente également beaucoup quand la température s'élève.

» Mais il n'est nullement nécessaire que la vapeur soit saturée pour dissoudre l'iode : on observe nettement une coloration vers 20° ou 25° avec le gaz carbonique simplement comprimé au-dessous de sa tension maxima.

» En présence de ces résultats il ne paraît nullement nécessaire, pour expliquer la dissolution du solide, d'invoquer l'existence, au delà du point critique, de vésicules liquides en suspension dans la vapeur.

» J'ajouterai que, dans aucun cas, le spectre d'absorption, soit du liquide, soit de la vapeur, ne présente les cannelures caractéristiques de

---

([1]) *Journal de Physique*, 3e série, t. III, oct. 1894. — Séance de la Société de Physique du 20 juillet 1894.

([2]) Hannay et Hogarth, *Dissolution de* KI, KBr, $CoCl^2$, Fe^2Cl^3 *dans la vapeur d'alcool* (*Proceedings of the Roy. Soc.*, t. XXX, p. 178; 1880).

l'iode gazeux; ce dernier paraît donc bien être à l'état de véritable dissolution dans la vapeur, même non saturée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un courant électrique sur une série de métaux sulfurés en fusion.* Note de M. **Jules Garnier.**

« Après avoir établi que le carbone chauffé au rouge, sous l'influence d'un courant électrique de faible voltage, se transporte du pôle positif au pôle négatif des électrodes ([1]), ce qui m'a permis d'indiquer une nouvelle méthode de cimentation du fer, j'ai pensé que cette action d'un courant électrique ne devait pas se limiter au carbone : pour m'en assurer, j'ai repris mes expériences aux ateliers de M. Hillairet, grâce auquel j'ai pu réaliser mes idées.

» J'employai le dispositif déjà décrit dans mes Notes des 19 juin 1893 et 12 mars 1894, c'est-à-dire un tube en terre réfractaire, traversant horizontalement un four à réverbère et recevant, dans la partie du tube chauffé, la matière à électriser, maintenue entre les deux électrodes; le courant était fourni par une machine Gramme.

» J'opérai d'abord sur une matière très complexe, une matte brute de nickel que j'avais rapportée de Sudbury (Canada); j'en plaçai une certaine quantité dans le milieu du tube, entre deux crayons de charbon; les intervalles entre les crayons et les parois du tube étaient remplis de terre réfractaire mêlée de charbon de bois, pour éviter l'intrusion de l'oxygène, mais non la sortie des gaz sous faible pression qui se formeraient pendant l'opération et pourraient s'échapper par les craquelures que produit le chauffage dans ce mastic d'argile.

» La matte étant fondue, je fis passer un courant de 10 volts et 23 ampères qui ne subissait que de très faibles oscillations, d'après les voltmètres, preuve d'une grande régularité dans la conductibilité du mélange fondu; de plus, le voltage s'abaissa progressivement, bien que la température du réverbère fût à peu près constante, ce qui prouvait que le mélange changeait de nature.

» Après une heure de chauffe, refroidissement lent et arrêt du courant, j'ouvris le tube : le crayon positif était usé en forme de biseau, à la partie supérieure de son extrémité, pendant que le crayon négatif était intact; quant à la matte, je fis faire l'analyse des parties qui s'étaient solidifiées au contact des deux électrodes.

» Voici les résultats que m'a remis le Laboratoire de l'École des Mines, à la date du 15 décembre 1894; j'ai seulement éliminé les parties insolubles dans les acides provenant de fragments des parois du tube, restés fortement collés à la matte après le refroidissement.

([1]) *Comptes rendus*, 19 juin 1893.

» L'analyse (1) est celle de la matte initiale ; les analyses (2) et (3) sont respectivement celles des matières au contact de l'anode et de la cathode après l'opération ; enfin, l'analyse (4) est la moyenne de (2) et (3) :

	(1).	(2).	(3).	(4).
Soufre pour 100	21,10	16,60	4,70	10,65
Fer pour 100	33,30	35,40	49,10	42,30
Nickel pour 100	16,30	5,13	19,10	12,14
Cuivre pour 100	29,00	39,90	26,13	33,02
	99,70	99,20	99,03	98,11

» Il ressort de ces analyses que :

» *a.* Le soufre s'est éliminé dans la proportion de 50 pour 100, se maintenant avec le cuivre surtout près de l'anode.

» *b.* Le fer se maintient près de la cathode, où il semble s'accumuler d'après l'analyse moyenne (4).

» *c.* Le nickel augmente régulièrement en quantité, de l'anode à la cathode.

» *d.* Le cuivre va en diminuant, dans une proportion très régulièrement arithmétique, de l'anode à la cathode.

» Je pense que l'on peut conclure de l'ensemble de cette expérience que :

» 1° Le soufre combiné aux métaux, à l'état fondu, à l'abri de l'air, et traversé par un courant électrique, les électrodes étant de charbon, au moins l'anode, s'élimine peu à peu ; il se forme sans doute du sulfure de carbone ;

» 2° Dans un mélange de sulfures métalliques fondus, à l'abri de l'air, traversé par un courant électrique, la conductibilité électrique du mélange reste *homogène* à chaque instant considéré, augmentant peu à peu par suite de l'élimination successive du soufre ; quant aux métaux et au soufre restant, ils se groupent entre eux de façon que chaque tranche élémentaire du bain, prise perpendiculairement au sens du courant, ait la même conductibilité électrique. Ainsi, le cuivre, plus conducteur que le fer et le nickel, conserve la plus forte proportion de soufre, de manière que son pouvoir conducteur soit réduit dans le rapport voulu.

» Il est possible, je pense, en s'appuyant sur les expériences ci-dessus, d'expliquer certains phénomènes observés : par exemple, le mode de répartition des métaux sulfurés ou non qu'on rencontre dans les filons. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés du sulfure de bismuth.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure amorphe que l'on obtient en précipitant un sel de bismuth par de l'hydrogène sulfuré se dissout aisément à froid dans une solution de monosulfure de potassium en donnant une liqueur rouge, d'autant plus foncée que le sulfure alcalin est plus concentré; si, quand la liqueur est saturée, on lui ajoute un excès du précipité de sulfure métallique, celui-ci demeure inaltéré tant que la température reste la même, mais il se dissout graduellement et finit par disparaître tout entier quand on concentre la solution à l'aide de la chaleur; il reste alors une liqueur rouge, transparente, qui, si la quantité de sulfure de bismuth a été suffisante, dépose de beaux cristaux quand on la laisse refroidir. Ce sont des rhomboèdres transparents, jaune rougeâtre, très nets et très brillants; ils possèdent une forte réfringence et donnent des jets de lumière colorée quand on les fait se mouvoir dans la liqueur mère, éclairée par les rayons du soleil; ces cristaux sont formés par une combinaison des deux sulfures mis en présence, et leur composition peut être représentée par la formule $Bi^2S^3, 4K^2S, 4H^2O$.

» Ce sulfure double est très soluble dans la liqueur au milieu de laquelle il se forme et les cristaux se déposent quand on concentre dans le vide une solution saturée à froid, mais dans ces conditions ils sont mélangés avec du sulfure de potassium hydraté. On ne peut songer à séparer les deux espèces de cristaux à la pince, car ceux du sulfure double sont instantanément décomposés par l'eau; la plus légère trace d'humidité les altère, et il est impossible de les manier dans l'atmosphère où la vapeur d'eau les noircit rapidement. Aussi, pour les isoler, il est préférable de les séparer d'une liqueur encore chaude; mais on ne peut non plus les débarrasser de l'eau-mère concentrée qui les imprègne en les séchant sur du papier qui, toujours plus ou moins humide, les noircirait, et l'on doit avoir recours à une plaque de porcelaine poreuse qui a séjourné plusieurs jours au-dessus d'acide sulfurique, dans le vide. En faisant tomber la matière sur une telle plaque, dans l'air sec, l'eau mère est absorbée par la porcelaine, et les cristaux restent à l'état de pureté; il est d'ailleurs bien difficile d'éviter que quelque trace d'humidité n'en colore la surface, sans que, du

reste, cela en fasse disparaître l'éclat, qui persiste en dépit de cette altération superficielle. Dans l'air sec, ils s'effleurissent en perdant de l'eau; quant à la liqueur mère, qui renferme une notable quantité du sel double, de faibles quantités d'eau la décomposent en donnant un précipité noir de sulfure de bismuth.

» La décomposition de ce sulfure double peut conduire à préparer le sulfure de bismuth cristallisé, comme celui d'argent (voir *Comptes rendus*, t. CXX, p. 91), par voie humide. Quand on introduit, en effet, dans une solution saturée à froid de sulfure de potassium, un excès de sulfure de bismuth, il s'en dissout une partie et l'autre reste inaltérée, la liqueur ne renfermant pas assez de sulfure alcalin pour que le sulfure double puisse se produire; mais, si l'on vient à chauffer le mélange de manière à concentrer lentement la liqueur, il arrive un moment où, à la température de l'expérience, la solution est assez concentrée pour ne pas décomposer le sel double, dont une petite quantité se formera. Si l'on opère dans un ballon, chauffé sur un fourneau sans précautions particulières, et dont les divers points ne sont, par conséquent, pas tous à la même température, le sulfure double produit dans les régions les plus froides se décompose en d'autres points plus chauds, et le sulfure de bismuth, séparé dans ces circonstances, est cristallisé. En raison des variations de température qui ont lieu dans le ballon, du sulfure double se forme dans les parties les moins échauffées, se décompose dans celles qui, comme le fond du ballon, le sont davantage, et comme le sulfure métallique cristallisé est plus difficilement attaqué par le sulfure alcalin que ne l'est le précipité amorphe, on voit celui-ci disparaître peu à peu, en se transformant en cristaux. On arrive à un résultat analogue en ajoutant à une liqueur chaude saturée des deux sulfures un peu d'eau qui détruit du sulfure double, et le sulfure de bismuth qui se produit dans ces conditions est encore cristallisé.

» Au contraire, une solution saturée à froid de monosulfure de potassium, abandonnée en tube scellé avec un excès de sulfure amorphe de bismuth, ne donne quelque indice de cristallisation qu'au bout de plusieurs mois. Cette liqueur n'éprouve, en effet, que des variations très faibles de température, de sorte que la formation et la destruction successives de petites quantités de sulfure double, grâce auxquelles la cristallisation peut se produire, ne s'effectuent qu'avec une extrême lenteur.

» Les cristaux de sulfure de bismuth ainsi obtenus sont toujours très petits, ils ont l'éclat et la couleur terne de la plombagine; ils constituent comme elle une substance douce au toucher, tachant les doigts et le pa-

pier, et tout à fait analogue au sulfure naturel cristallisé. Avec le sulfure de sodium, les choses se passent d'une façon un peu différente. Le sulfure de bismuth est peu soluble à froid dans une solution saturée de ce sulfure alcalin; si l'on évapore celle-ci à une température voisine de son point d'ébullition, elle se concentre rapidement, la solubilité du sulfure de sodium augmentant très vite quand la température s'élève et, à un moment donné, elle arrive à une concentration telle que la formation d'une petite quantité de sulfure double peut avoir lieu; mais, dans les régions plus chaudes du vase, celui-ci est immédiatement décomposé par la liqueur en régénérant le sulfure de bismuth qui, dans ces conditions, cristallise, comme il le fait dans le monosulfure de potassium; aussi bientôt on voit le sulfure amorphe se transformer en cristaux par un mécanisme analogue à celui qui a été indiqué précédemment.

» La dissolution dans laquelle la cristallisation s'opère est faiblement colorée en rouge, elle ne renferme que peu de sulfure de bismuth et elle se prend en masse presque solide quand on la laisse refroidir; si, pendant qu'elle est bouillante, on la concentre davantage, elle ne retient jamais en dissolution que de faibles quantités de sulfure métallique; le sulfure double formé ne s'y trouve jamais en proportion suffisante pour que la liqueur en soit saturée, aussi ne se dépose-t-il pas sous la forme de cristaux. »

CHIMIE. — *Influence du milieu ambiant sur la transformation du sulfure de zinc amorphe.* Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. Henri Moissan.

« La vitesse avec laquelle se produit la transformation du sulfure de zinc amorphe précipité d'une liqueur alcaline, et la température de transformation (p. 150), dépendent de conditions diverses :

» *Influence de la dilution.* — Le sulfure de zinc se transforme d'autant plus lentement, et la température de transformation est d'autant plus élevée que les liqueurs sont plus diluées; pourvu toutefois que l'alcalinité soit aussi faible que possible, car dans une liqueur contenant une quantité notable de soude en excès, la diminution de l'alcalinité qui résulte de la dilution peut, comme on le verra plus bas, compenser l'effet de la dilution. Pour réaliser cette condition, il est avantageux d'ajouter une certaine quantité d'acide tartrique, dont la présence permet d'obtenir des liqueurs

très peu alcalines, et qui ne se troublent ni à froid, ni par l'action de la chaleur.

» Si l'on mélange 25^{cc} de solution au dixième de sulfate de zinc cristallisé, 150^{cc} de soude hydratée ordinaire et 150^{cc} d'acide tartrique, également au dixième, on obtient une liqueur légèrement alcaline. Si l'on y fait passer, à froid et très lentement, de l'hydrogène sulfuré, on obtient un précipité de sulfure de zinc dont la plus grande partie est insoluble dans un excès de gaz, et qui ne se dissout pas non plus si, après avoir arrêté le courant d'hydrogène sulfuré, on ajoute un volume d'eau égal au sien. Si au contraire on fait passer, dès le début, dans la même liqueur, l'acide sulfhydrique très rapidement, on voit le sulfure d'abord produit se redissoudre complètement, ou tout au moins donner une liqueur opalescente qui devient complètement limpide lorsqu'on y verse le même volume d'eau. Nous retrouvons donc ici le caractère d'une transformation très rapide, quoique non instantanée, telle que celles que nous avons constatées, quand on fait la précipitation à des températures supérieures à la température de transformation.

» Après addition d'un volume d'eau égal au sien, la liqueur précédente donne à froid un précipité de sulfure qui se redissout complètement en quelques instants. Dans le premier cas, la température de transformation était voisine de la température ordinaire; dans le second, elle s'élève vers 50°.

» Cette deuxième liqueur étant étendue elle-même de son volume d'eau, la température de transformation est comprise entre 80° et 90°.

» *Influence de l'alcalinité de la liqueur.* — Si l'on prépare des solutions alcalines d'oxyde de zinc, en mélangeant des solutions de sulfate de zinc et de soude, les températures de transformation correspondant aux liqueurs amenées par dilution à des volumes égaux s'élèvent très rapidement, lorsque l'alcalinité s'accroît dans de très faibles proportions, et dépassent même 100°, dès que l'excès d'alcali devient notable.

» *Action des sels étrangers.* — La présence de certains corps dissous, notamment des sels alcalins et des sels d'ammonium, exerce une influence semblable à celle de la concentration des liqueurs.

» Une solution alcaline d'oxyde de zinc, qui donne à froid du sulfure amorphe, donne le même sulfure à l'état cristallisé, après addition d'une grande quantité de chlorhydrate d'ammoniaque.

» On trouve donc là un nouvel exemple de l'action du chlorhydrate d'ammoniaque sur les précipités, action utilisée, comme on le sait, soit pour déterminer des phénomènes de cristallisation, soit, en Chimie analytique, pour obtenir des précipités dans un état favorable au lavage.

» *Influence du lavage.* — Si l'on précipite du sulfure de zinc dans une solution alcaline par l'hydrogène sulfuré, dans des conditions telles que le sulfure se produise

et demeure à l'état amorphe, dans le milieu où il s'est formé, sans qu'aucun commencement de cristallisation puisse être constaté au bout de plusieurs jours, et si on lave par décantation le précipité avec de l'eau refroidie et contenant en dissolution de l'hydrogène sulfuré, en évitant l'accès de l'air, de telle sorte que les transformations qui pourront être observées ne puissent être attribuées à une perte d'hydrogène sulfuré, ou à une oxydation, le précipité disparaît tout entier, à un moment donné, soit qu'il soit soluble dans un grand volume d'une solution d'hydrogène sulfuré, soit qu'il passe à l'état colloïdal, ainsi qu'il a été dit par certains auteurs (nous reviendrons prochainement sur ce fait); mais on constate, si le précipité primitif est assez considérable, et si le lavage dure un temps suffisant, que la partie qui reste dans le fond du vase se transforme lentement, et contient, même avant que le lavage soit complet, une certaine proportion de sulfure insoluble dans une quantité de sulfhydrate de sulfure de sodium supérieure à celle dans laquelle il pouvait se dissoudre complètement au début. Cette influence du lavage qui détermine ainsi une cristallisation du sulfure de zinc, malgré la dilution résultant de ce lavage et la disparition des sels étrangers qui ne peuvent que faciliter cette cristallisation, peut être expliquée par la diminution progressive de l'alcalinité de la liqueur.

» Le sulfure de zinc, même après cette transformation, se redissout complètement à un moment donné, dans l'eau chargée d'hydrogène sulfuré.

» Dans une prochaine Note, nous montrerons que la nature du précipité de sulfure de zinc dépend de celle du composé de zinc dissous dans la liqueur primitive. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorobromure et le bromure de carbonyle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Diverses tentatives infructueuses ont été faites en vue d'obtenir le bromure de carbonyle $COBr^2$ correspondant au chlorure $COCl^2$: CO ne se combine pas directement avec le brome dans les conditions où la combinaison a lieu avec Cl et les essais d'oxydation ménagée du bromoforme ou de bromures de carbone semblent avoir échoué. J'avais tenté aussi une oxydation de ce genre en faisant réagir l'ozone sur le chlorobromure $C^2Cl^2Br^2$, mais comme produits volatils, je ne pus que constater la formation de Br et $COCl^2$ (*Comptes rendus*, 25 juin 1894).

» Le bromure d'aluminium se dissout abondamment dans $COCl^2$ liquide; les tubes scellés étant exposés à la lumière solaire pendant plusieurs jours en été, ou chauffés à une température variant de 100°-150°, on constate que le liquide se teinte de brome, et, à l'ouverture, il se dégage de l'oxyde de carbone; une légère élévation de température permet de chas-

ser l'excès de $COCl^2$, mais, dès que la température s'élève vers 50°, il distille du brome qui renferme une petite quantité d'un composé dont l'odeur rappelle celle de l'oxychlorure; après destruction du brome par le mercure ou par l'éthylène, afin de ne pas faire intervenir le mercure qui pouvait détruire le produit cherché, celui-ci étant en quantité négligeable. J'attribuai, dès cette époque, l'échec de cet essai à l'existence de combinaisons entre Al^2Cl^6 ou Al^2Br^6 avec $COCl^2$. De pareilles combinaisons existent, en effet, et M. Perrier, qui s'occupe de composés de ce genre, a obtenu une combinaison de Al^2Cl^6 et $COCl^2$ qu'il décrira prochainement.

» Je songeai alors à remplacer Al^2Br^6 par BBr^3, dont les propriétés bromurantes vis-à-vis des composés chlorés sont du même ordre, et j'ai obtenu les deux produits de substitution bromés que l'on peut prévoir : COClBr et $COBr^2$.

» On chauffe pendant une dizaine d'heures à 150°, en tubes scellés résistants, BBr^3 avec la moitié de son poids de $COCl^2$. La température ne doit guère dépasser 150°, car si elle se maintient quelque temps vers 200°, les tubes, fortement colorés par du brome, renferment de l'oxyde de carbone sous forte pression; si, au contraire, on n'a pas dépassé 150°, le liquide contenu dans les tubes est fort peu coloré. A l'ouverture des tubes, on constate que presque tout le chlorure de carbonyle a disparu, mais qu'un composé volatil du bore, colorant la flamme en vert, a pris naissance.

» Le produit de la réaction de 120^{gr} BBr^3 et 60^{gr} $COCl^2$ a été soumis à trois fractionnements successifs avec tube Le Bel à quatre boules et à une température extérieure de 0°. Mais ceux-ci faits de 10° en 10° menaçant de se prolonger, on a eu recours, pour mener à bien la séparation, à la réaction qu'exerce l'eau sur les composés halogénés du bore qui est violente, tandis que, par analogie avec $COCl^2$, on pouvait prévoir qu'elle serait également lente sur ses dérivés bromés.

» Des prises d'essai, projetées dans l'eau froide, montrèrent que les premières fractions étaient formées de chlorure de bore presque pur, mais les fractions 30°-40° et 60°-70° renfermaient des quantités notables d'un liquide lentement décomposable par l'eau froide. Ces fractions furent alors versées avec précaution, pour éviter les projections qui accompagnent la décomposition par l'eau de BCl^3 et BBr^3, dans une dissolution d'hyposulfite de sodium dans laquelle nageaient des fragments de glace. Il se rassemble au fond de l'entonnoir à robinet un liquide débarrassé de brome par l'hyposulfite; on le laisse écouler et on le redistille.

1° La fraction 30°-40° a fourni ainsi un liquide distillant de 35°-37°, de composition COClBr. Décomposé par l'eau, on a pesé la somme des poids AgCl + AgBr

puis transformé le tout en chlorure dont le poids a servi à fixer les proportions de Cl et Br.

$$0^{gr},760 : \left\{ \begin{array}{l} AgCl + AgBr = 1^{gr},741 \\ AgCl + AgCl = 1^{gr},510 \end{array} \right\}, \quad Ag : \left\{ \begin{array}{l} Cl\ \% \\ Br\ \% \end{array} \right\} 229,08, \quad \left\{ \begin{array}{l} Cl\ \%\ 24,93 \\ Br\ \%\ 54,60 \end{array} \right\}.$$

$$\text{Théorie pour } COClBr\ldots\ldots \quad Ag : \left\{ \begin{array}{l} Cl\ \% \\ Br\ \% \end{array} \right\} 231. \quad \left\{ \begin{array}{l} Cl\ \%,\ 24,74 \\ Br\ \%,\ 55,75 \end{array} \right\}.$$

Liquide incolore, densité à 0° = 1, 98; densité de vapeur à 100° prise dans l'appareil d'Hofmann = 4, 85. Théorie 4, 98.

2° La fraction 60°-70° a fourni un liquide distillant de 63°-66°, de composition $COBr^2$ (Br % 84,27, Théorie % 85,10), liquide légèrement coloré en jaune. Densité à 0° = 2,48; densité de vapeur à 100° = 6,60; Théorie 6,53.

» L'un et l'autre de ces liquides se colore un peu par Br à la distillation dans l'air; très dilatables sous l'action de la chaleur, leur vapeur irrite les yeux et les voies respiratoires, provoquant une suffocation suivie d'oppression. Lentement décomposables par l'eau froide; au contact du mercure à 100° en tubes scellés, la décomposition est totale au bout de quelques heures. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éther mixte et dérivés ammoniés de l'hexaméthyl-triamido-triphénylméthane.* Note de M. **A. Rosenstiehl** [Extrait [1]], présentée par M. Friedel.

« Pour simplifier les formules complexes des corps qui doivent être décrits dans ce qui suit, je représenterai par le symbole collectif A le groupe $[(CH^3)^2 Az.C^6H^4]$ qui, dans les métamorphoses, ne subit aucune modification. De la sorte $A^3 \equiv C - H$ représente l'hexaméthyl-triamido-triphénylméthane, $A^3 \equiv C - OH$ le carbinol et $A^3 \equiv C - Cl$ la chlorhydrine correspondante. Je rappelle que ce dernier corps est connu dans le commerce sous le nom de *violet cristallisé*.

» 1. Quand on verse une solution aqueuse de soude dans la dissolution alcoolique bouillante du violet cristallisé, jusqu'à décoloration, le précipité incolore que l'on

---

(1) Cette Note résume une partie d'un travail qui se rapporte à un pli cacheté, déposé le 20 mars 1880 au nom de MM. Poirrier, Bourgeois et Rosenstiehl, ouvert d'office, en 1891, et publié dans le *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, t. XIX, p. 67.

Les déterminations numériques ont été faites par MM. Haas et Crépieux, que je me fais un plaisir de remercier de leur concours.

obtient n'est plus le carbinol $A^3 \equiv C - OH$, ainsi qu'on pouvait s'y attendre, quoique ses dissolutions teignent comme lui, qualitativement et quantitativement, la laine et la soie. Le nouveau corps est caractérisé par la réaction suivante :

» Sa dissolution récente dans l'acide chlorhydrique étendu précipite en blanc par l'acétate de soude. Ceci indique que la place du groupe OH est occupée par un radical moins mobile. Dans les mêmes conditions, le carbinol donne une dissolution violette limpide [1]. Le précipité incolore, abandonné à lui-même dans la liqueur où il s'est formé, disparaît peu à peu à froid, se dissolvant dans l'acide acétique étendu, et le liquide se remplit de cristaux mordorés de $A^3 \equiv C - Cl$.

» Le nouveau composé est donc fort instable : sa nature va être déterminée dans ce qui suit.

» 2. Selon la nature de l'alcool employé pour dissoudre $A^3 \equiv C - Cl$, on obtient des corps différents.

» Dans les alcools méthylique et éthylique, le précipité est cristallisé; dans l'alcool amylique, il est visqueux.

» L'analyse élémentaire des deux premiers dérivés ne peut conduire à aucun résultat, car l'introduction de CH^3 ou de C^2H^5 dans une molécule d'un poids si élevé n'a d'influence que sur les décimales. Celle du troisième ne peut être faite. Mais on a réussi à les transformer en combinaisons bien cristallisées en les traitant par l'iodure de méthyle.

» 3. Ce dernier agit à froid, en présence d'eau ou d'alcool. La matière insoluble au début finit par se dissoudre en deux ou trois jours. On obtient des cristaux blancs ou jaune de soufre, se prêtant bien à l'analyse.

» Outre les trois composés alcooliques précédents, on a traité par CH^3I le carbinol $A^3 \equiv C - OH$ et la leucobase $A^3 \equiv C - H$.

» Il se fixe trois molécules d'iodure de méthyle. D'où l'on infère que tous ces corps sont des triamines.

» Les cinq corps obtenus présentent les caractères généraux suivants : ils sont solubles dans l'eau et les alcools, insolubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme, le sulfure de carbone et la ligroïne.

» La chaleur les altère bien avant 100°C. Ils bleuissent et perdent de l'iodure de méthyle. Il faut, pour l'analyse, les sécher à froid dans le vide sur de la potasse. Deux d'entre eux, savoir :

$$(ICH^3A)^3 \equiv C - OH \quad \text{et} \quad (ICH^3A)^3 \equiv C - OCH^3,$$

retiennent dans ces conditions 3 mol. d'eau qu'on a réussi à éliminer par un courant de vapeur d'iodure de méthyle chauffée à 150°C. Parmi les agents chimiques, c'est la soude caustique qui produit les réactions les plus intéressantes.

---

[1] Dans des dissolutions trop concentrées, on aurait aussi un précipité; mais, par l'addition d'eau, il se redissoudrait.

» En solution alcoolique la soude agit profondément : l'iodure de méthyle est enlevé totalement, et l'on revient à la triamine qui a servi de point de départ. Dans ces réactions, on observe des corps intermédiaires qui seront étudiés dans une autre Note.

» L'oxyde d'argent enlève l'iode et le transforme en bases énergiques, qui régénèrent avec l'acide iodhydrique le corps primitif. Ils se comportent comme l'octométhylleucaniline de MM. A.-W. Hofmann et Ch. Girard (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 603).

» Malgré leur grande ressemblance, les cinq corps étudiés ici se distinguent par une stabilité qui va en décroissant à mesure que le poids de la molécule augmente. Mais entre deux termes consécutifs la différence est faible et laisse place à un doute que l'analyse élémentaire ne peut pas toujours lever. (Du premier au dernier, la richesse en iode varie de 43 à 47 pour 100.) Mais les doutes sont levés par la détermination de la solubilité dans l'eau, ainsi qu'on le voit à l'inspection du Tableau suivant qui donne la quantité dissoute à froid dans 100 parties d'eau :

			Parties.			Parties.	Rapports.
$(ICH^3A)^3 \equiv C - O.C^5H^{11}$	à	18°	48			»	12
» $\equiv C - O.C^2H^5$	à	18°	30,5			»	7,5
» $\equiv C - O.CH^3$	à	18°	24,22	à	16°	21,45	6
» $\equiv C - O.H$	—		—	à	16°	16,08	4
» $\equiv C - H$	à	20°	4,62	à	17°	3,97	1

» Les solubilités décroissent du premier au dernier terme dans le rapport de 12 à 1, et entre deux termes consécutifs la différence est nette.

» *Conclusion.* — L'alcool qui sert de dissolvant, quand on fait agir la soude caustique sur $A^3 \equiv C - Cl$, entre par sa substance même dans la molécule pour former des corps de la forme générale $A^3 \equiv C - OR$, qui sont des dérivés du méthane-oxy-méthane $CH^3 - O - CH^3$. Leur existence et leur mode de formation font ressortir à nouveau la fonction alcoolique qui est une des particularités des rosanilines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers acétiques des sucres.* Note de M. C. Tanret.

« L'éthérification des sucres par l'acide acétique est toujours longue quand on l'effectue soit avec l'acide cristallisable (à 100° et en tube scellé) comme l'a fait, le premier, M. Berthelot lors de sa découverte des alcools polyatomiques, soit avec l'acide anhydre comme M. Schützenberger et ses

élèves. Mais la réaction devient très vive et se termine en quelques minutes, si à l'acide anhydre on a ajouté préalablement de l'acétate de soude fondu ou du chlorure de zinc, ainsi que l'ont proposé MM. Liebermann et Hörmann pour le premier de ces sels, et M. Franchimont pour le second. Ainsi simplifiée, l'opération est devenue courante, chaque fois qu'il s'agit de rechercher une fonction alcoolique ou de déterminer l'atomicité d'un alcool. On peut cependant se demander si ces deux agents d'éthérification produisent ou non et toujours les mêmes éthers, et dans quels cas il pourrait être préférable d'employer l'un plutôt que l'autre. L'étude de cette question vient de me donner déjà quelques résultats qui m'ont paru intéressants; j'ai l'honneur de les présenter à l'Académie.

» I. Les sucres stables, comme les inosites, peuvent être indifféremment éthérifiés avec l'acétate de soude ou le chlorure de zinc : les éthers obtenus avec l'un ou l'autre de ces sels sont identiques.

» II. Les saccharoses et les polysaccharides sont transformés par l'acétate de soude en éthers, dont il est facile de retirer, en les saponifiant par la baryte, l'hydrate de carbone primitif : sucre de canne, raffinose, inuline, hélianthénine, etc. La cryoscopie de leurs solutions dans l'acide acétique indique un poids moléculaire qui concorde avec la formule; on a obtenu, par exemple, PM = 650 pour l'éther octacétique du saccharose (calculé 678) et PM = 942 pour l'éther dodécacétique du raffinose (calculé 1008).

» Le chlorure de zinc, au contraire, même employé à la dose de $\frac{1}{300}$ de l'hydrate de carbone ou du sucre, donne les éthers des glucoses qui en dérivent par hydratation, ce qui est mis en évidence par leur poids moléculaire, leur pouvoir rotatoire et l'action réductrice de ces éthers sur la liqueur cupro-potassique.

» III. Avec les glucoses, la réaction est plus complexe : aussi ne m'occuperai-je en ce moment que des éthers du glucose ordinaire ou dextrose.

» En faisant réagir l'acide acétique anhydre sur le glucose en présence d'acétate de soude ou de chlorure de zinc, j'ai obtenu trois éthers pentacétiques cristallisés que j'appellerai *pentacétines* α, β, γ [1].

---

[1]

	Trouvé.			Calculé pour
	Pentacétine α.	Pentacétine β.	Pentacétine γ.	$C^6H^2O(C^2H^4O^2)^5$.
C................	49,42	49,33	49,41	49,23
H................	5,72	5,67	5,74	5,64
Acide acétique par saponification...	77,40-76,40	77,20-76,40	76,40-76,75	76,92
Poids moléculaire..	407	403	421	390

» *Pentacétine* α. — Cet éther se produit à peu près exclusivement avec des quantités très faibles de sels, soit $0^{gr},05$ à $0^{gr},50$ d'acétate de soude, ou $0^{gr},01$ de chlorure de zinc, pour 3^{gr} glucose déshydraté et 12^{gr} anhydride acétique pur. On chauffe le mélange vers 134° jusqu'à ce que le glucose soit dissous, ce qui demande quelques minutes, puis on verse le liquide refroidi dans plusieurs volumes d'eau. Il ne tarde pas à se précipiter un corps blanc, qu'on lave, puis qu'on dissout dans 5 à 6 fois son poids d'alcool à 95° bouillant, d'où il se dépose par refroidissement en aiguilles soyeuses : c'est la pentacétine α.

» Cet éther du glucose fond à 130° et est légèrement dextrogyre : $\alpha_D = +4°$ (en solution dans le chloroforme ou la benzine à 9 pour 100). Il est soluble à 15° dans 76 p. d'alcool à 95°, 47 p. d'éther et 7 p. de benzine; il est légèrement soluble dans l'eau bouillante où il se liquéfie avant de se dissoudre; le chloroforme le dissout en toutes proportions. Comme ses autres isomères, il réduit la liqueur de Fehling, et peut être sublimé quand on le chauffe dans le vide un peu au-dessus de son point de fusion ([1]).

» *Pentacétine* β. — On l'obtient en même temps que la précédente, quand on élève les doses d'acétate de soude et surtout de chlorure de zinc. Avec $0^{gr},20$ de ce dernier sel elle se produit à peu près seule; tandis que, avec un poids dix fois plus fort d'acétate de soude elle ne forme que le $\frac{1}{5}$ du produit total. Le sel de zinc donne donc principalement la pentacétine β, comme le sel de soude la pentacétine α. Avec ces fortes proportions de sels, la réaction commence aux environs de 100° et est très vive; il faut alors retirer le ballon du feu. En quelques instants, le thermomètre monte à 132° avec le chlorure de zinc et à 137°-142° avec l'acétate de soude. On laisse ensuite refroidir; on précipite par l'eau, et l'on soumet le produit à une série de dissolutions et de cristallisations dans des quantités chaque fois décroissantes d'éther, jusqu'à ce qu'on obtienne un corps à pouvoir rotatoire et à point de fusion constants. La pentacétine β est alors pure.

» Cette pentacétine β fond à 82° et est dextrogyre : $a_D = +59$ (en solution chloroformique à 9 pour 100). Elle est soluble à 15° dans 21,8 parties d'alcool à 95°, 12,7 parties d'éther, et en toutes proportions dans le chloroforme. Elle est légèrement soluble dans l'eau bouillante ([2]).

» *Pentacétine* γ. — Si l'on maintient pendant quelques minutes à l'ébullition, dans 2 parties d'acide anhydre, les éthers précédents additionnés de $\frac{1}{20}$ de chlorure de zinc, on les transforme en un nouvel isomère, la pentacétine γ. Après précipitation par l'eau et lavage, on dissout à plusieurs reprises le produit dans l'alcool bouillant, d'où

([1]) Herzfeld avait déjà obtenu ce corps, mais n'en avait pas reconnu la nature exacte : il l'avait pris pour un octacétyldiglucose (*Berichte d. D. Chem. Gesell.*, t. XIII, p. 265).

([2]) Il y a quelques années, Erwig et Kœnigs ont obtenu, avec une trace de chlorure de zinc, un produit fondant à 111°, qu'ils ont caractérisé, d'après leurs analyses, comme un pentacétyldextrose. C'est un pareil mélange résoluble en pentacétines α et β qui, dans mes expériences, s'est déposé le premier par cristallisation du produit obtenu avec $0^{gr},05$ de chlorure de zinc; il marque environ $a_D = +15°$.

il se dépose par cristallisation en belles aiguilles. La pentacétine β, qui n'a pas été complètement transformée, et la pentacétine α, dont une partie a échappé à la réaction et s'est changée en pentacétine β, restent dans les eaux mères alcooliques.

» La pentacétine γ fond à 111°; c'est la plus dextrogyre des trois : $\alpha_D = +101°,75$. Sa solubilité dans l'alcool à 95° et dans l'éther est intermédiaire entre celles des deux autres isomères; elle se dissout à 15° dans 53 parties d'alcool et 36 parties d'éther. Elle est extrêmement soluble dans le chloroforme et la benzine, et aussi légèrement soluble dans l'eau bouillante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexaméthylène-amine.* Note de M. **Delépine.**

« L'hexaméthylène-amine est une base solide, cristallisée, relativement volatile, découverte par Bouttlerow. Ce savant lui donna la formule rationnelle $Az\left\{\begin{matrix} Az(CH^2)^2 \\ Az(CH^2)^2 \\ Az(CH^2)^2 \end{matrix}\right.$. Il la préparait par l'action de l'ammoniaque sur l'oxyde de méthylène.

» D'autres synthèses ont été faites par M. Friedel, au moyen du chlorométhylate et de l'acétométhylate de méthylène et de l'ammoniaque [1]. J'ai obtenu la même base en employant le chlorure et le chlorobromure de méthylène et une solution d'ammoniaque dans l'alcool méthylique.

» Mes recherches ont porté sur : 1° la grandeur moléculaire; 2° l'action des acides minéraux; 3° la nature de la fonction basique; 4° la formation de dérivés de substitution : les nitrosés et leur destruction par les acides; 5° l'hydrogénation.

» 1° *Poids moléculaire.* — M. Tollens, qui s'est beaucoup occupé de cette base, a trouvé pour la densité de vapeur presque le chiffre théorique. Plus tard, MM. Tollens et Moschatos trouvèrent, par la cryoscopie, des chiffres moyens voisins de 121, c'est-à-dire plus rapprochés de la formule $C^6H^{12}Az^4 = 140$ que de $C^3H^6Az^2 = 70$, proposée ces derniers temps par MM. Trillat et Fayollat avec la constitution $CH^2\left\langle\begin{matrix} Az = CH^2 \\ Az = CH^2 \end{matrix}\right.$. En solution acétique, j'ai obtenu par la cryoscopie les résultats suivants :

Matière...........	4,8350	Dissolvant........	121,05

Point de congélation de l'acide	avant.......	16°,16
	après.......	14°,96

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 248.

d'où

$$M = 39 \frac{4,835 \times 100}{121,05 \times 1,20} = 130.$$

» Si l'on fait une nouvelle détermination quelques instants après, puis une troisième, on a des abaissements plus forts qui conduisent aux valeurs M = 107, puis 100.

» Si on la fait immédiatement après la dissolution, on arrive à des résultats des plus satisfaisants : trouvé 137 au lieu de 140.

» L'abaissement de M, avec la durée du temps qui s'écoule entre la dissolution et la détermination expérimentale, est dû à un commencement de décomposition de l'hexaméthylène-amine, faisant retour à l'aldéhyde formique et à l'ammoniaque. L'action du réactif de Nessler sur une solution acétique ancienne neutralisée par la potasse le prouve amplement : il se forme un précipité rouge dû à l'ammoniaque, suivi bientôt d'une coloration noire causée par la réduction du sel mercuriel sous l'influence de l'aldéhyde formique. L'hexaméthylène-amine seule ou en présence de la potasse est, d'ailleurs, rigoureusement sans action sur ce même réactif.

» Le chloroplatinate a la formule $(C^6H^{12}Az^4HCl)^2PtCl^4 + 4H^2O$, cadrant avec le poids moléculaire fourni par la cryoscopie.

» 2° *Action des acides minéraux.* — Ils rendent très rapide le retour à l'aldéhyde et à l'ammoniaque, retour d'autant plus rapide que l'acide est plus concentré et plus chaud.

» 3° *Fonction basique.* — L'iodure de méthyle et l'iodure d'éthyle donnent des corps de formule $C^6H^{12}Az^4RI$, d'après Vohle. J'ai vérifié ce fait et trouvé aux composés formés toutes les propriétés des iodures d'ammonium quaternaires. L'hexaméthylène-amine est donc une base tertiaire.

» 4° *Dérivés de substitution : nitrosés.* — M. Griess a décrit un produit de formule $(CH^2)^5(AzO)^2Az^4$ obtenu par nitrosation; M. Mayer a repris la question et préparé un composé polymère de $(CH^2 = Az - AzO)$; la cryoscopie lui donna une valeur moléculaire comprise entre les multiples 3 et 4. Je propose le chiffre 4, et non 3, adopté par Mayer, ce qui donne la série régulière :

$(CH^2)^6Az^4$,	$\left.\begin{matrix}(CH^2)^5\\(AzO)^2\end{matrix}\right\} Az^4$,	$\left.\begin{matrix}(CH^2)^4\\(AzO)^4\end{matrix}\right\} Az^4$.
Hexaméthylène-tétramine.	Dinitrosopentaméthylène-tétramine.	Tétranitrosotétraméthylène-tétramine.

» Le corps $(CH^2)^5(AzO)^2A^4$, encore deux fois basique, est susceptible,

en effet, de fixer l'iode, tandis que le corps $(CH^2)^4(AzO)^4Az^4$, dont toutes les fonctions basiques ont été nitrosées, n'a pu être combiné à aucun corps.

» La réaction la plus importante de dinitrosopentaméthylène-tétramine est celle qu'il donne avec les acides : M. Griess a montré qu'avec HCl chaud et dilué il subit l'hydratation quantitative

$$(CH^2)^5(AzO)^2Az^4 + 3H^2O = 5CH^2O + 2AzH^3 + 2Az^2.$$

» En employant l'acide acétique concentré et froid, j'ai obtenu une dislocation moins avancée, également quantitative,

$$(CH^2)^5(AzO)^2Az^4 = \tfrac{1}{2}[(CH^2)^6Az^4] + 2Az^2 + 2CH^2O,$$

c'est-à-dire qu'il s'est dégagé la même quantité d'azote que ci-dessus, mais que le reste $(CH^2)^3Az^2$ ne s'est pas hydraté; il s'est doublé pour régénérer l'hexaméthylène-amine.

» 5° L'*hydrogénation* par le zinc et les acides chlorhydrique ou acétique ne m'a fourni que de la triméthylamine et de l'ammoniaque, ainsi qu'il résulte des analyses très concordantes que j'ai faites du bismuthate, du chloroplatinate et de l'iodométhylate de triméthylamine.

» La formule de constitution suivante

$$\begin{array}{ccccccc} & \diagup Az & \text{———} & CH^2 & \text{———} & Az \diagdown & \\ CH^2 & & \rangle CH^2 & & CH^2 \langle & & CH^2 \\ & \diagdown Az & \text{———} & CH^2 & \text{———} & Az \diagup & \end{array}$$

satisfait à l'ensemble des faits que j'ai cités. Par exemple, le cas le plus important, celui de la destruction du dinitrosé par l'acide acétique, s'exprime facilement par le schéma

$$\begin{array}{cccccc} & \diagup Az & \text{———} & CH^2 & \text{———} & Az - AzO \\ CH^2 & & \rangle CH^2 & & CH^2 \langle & \\ & \diagdown Az & \text{———} & CH^2 & \text{———} & Az - AzO \end{array} = \begin{array}{cccc} & \diagup Az & \text{———} & CH^2 \text{—} \\ CH^3 & & \rangle CH^2 & \\ & \diagdown Az & \text{———} & \end{array} + 2Az^2 + 2CH^2O.$$

Le résidu bivalent engendré reconstitue la formule primitive en se combinant à un résidu semblable.

» L'hydrogénation pour donner la triméthylamine s'explique si l'on remarque que les azotes sont fixés à trois carbones [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de M. Prunier, à l'École de Pharmacie.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de Coula du Congo français.* Note de MM. **H. Lecomte** et **A. Hébert**, présentée par M. A. Gautier.

« Les premiers échantillons de Coula furent rapportés du Gabon en 1845 par M. Aubry-Lecomte et étudiés par M. H. Baillon (¹) qui créa le genre Coula (famille des Olacinées). L'un de nous a eu l'occasion de rencontrer, au Congo français, un arbre qui répond à la description du genre Coula de M. Baillon; les noirs du pays Loango le désignent sous le nom de *Koumounou* et les M'Pongoués sous celui de *Coula*.

» *Étude botanique.* — Le Koumounou ou Coula est un arbre de 15^m à 20^m. Les feuilles alternes, dépourvues de stipules, possèdent un pétiole de 2^{cm} à 3^{cm} de long, canaliculé à la face supérieure et supportant un limbe glabre, luisant à la face supérieure et acuminé au sommet. Ces feuilles portent des nervures pennées; le limbe mesure $0^m,16$ à $0^m,20$ de long sur $0^m,06$ à $0^m,07$ de large. Les feuilles et les jeunes rameaux présentent une teinte ferrugineuse très nette.

» Par tous leurs caractères essentiels, les fleurs se rapprochent de celles du *Coula edulis;* mais le fruit, de la forme de celui du noyer, n'est pas aplati au sommet, comme celui du *Coula edulis* décrit par M. Baillon; il est, au contraire, un peu ovoïde, à grand axe continuant le pédoncule, et le noyau est recouvert de petites saillies arrondies au lieu d'être lisse. Il présente à son sommet, à partir du pôle supérieur, et sur une longueur de plus de 1^{cm}, dans trois directions rayonnantes, une saillie représentant les lignes de suture des carpelles. Chez certains fruits, cette suture est même incomplète, et l'on peut facilement les séparer en introduisant un scalpel dans la fente.

» Le noyau, dont les parois ont une épaisseur dépassant souvent 3^{mm}, est tapissé à l'intérieur par une couche peu épaisse de tissu brunâtre, qui paraît avoir pour origine la partie la plus interne du tissu carpellaire. Chaque fruit contient une graine unique, à peu près sphérique, de $1^{cm},5$ de diamètre environ, présentant extérieurement un sillon très net allant du point d'attache au pôle supérieur. Au-dessous du pôle supérieur se voit une cavité cylindrique de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre, renfermant l'embryon. De cette cavité part un canal mal délimité qui débouche dans la région de la chalaze. L'embryon ne remplit pas toute la cavité dans laquelle il est logé; il a au plus 2^{mm} à $2^{mm},5$ de long et présente deux cotylédons très petits. Le tissu remplissant la graine, en dehors de l'embryon, est constitué par un albumen d'origine probablement nucellaire, dont les cellules sont gorgées de gouttelettes de graisse d'un diamètre variant de 5μ à 10μ. Ces graines sont comestibles; elles présentent un goût assez prononcé et agréable de pain de seigle.

» *Étude chimique.* — Les graines décortiquées ont donné une proportion de

(¹) *Adansonia*, vol. III, p. 61.

72 parties d'écorces et 28 parties d'amandes pour 100 de graines. Ces écorces, pilées, tamisées, puis séchées à 100°, ont fourni 13 pour 100 d'eau. Le produit séché avait comme composition :

Cendres		3,46	
Matières grasses		4,09	
Matières azotées totales		11,25	(Azote = 1,80 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 4,03 p. 100.	Matières azotées	1,43	(Azote = 0,23 pour 100)
	Sucres réducteurs	traces	
	Sucres non réducteurs	traces	
	Gommes, tannins, acides végétaux, etc.	2,60	
Cellulose		29,82	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues). Par différence		48,78	
		100,00	

» Cette écorce, en raison de sa consistance, ne paraît devoir comporter aucune application importante.

» Les amandes, pilées et séchées à 100°, ont accusé une proportion d'humidité égale à 10,5 pour 100. Elles ont été épuisées par la benzine pour en extraire la matière grasse; celle-ci a été isolée par distillation du dissolvant, puis séchée à 100°. Le rendement des amandes en huile a été de 22 pour 100, ce qui ne correspond qu'à une quantité de 5,5 d'huile pour 100 de graines non décortiquées.

» Le tourteau laissé par les amandes, après épuisement à la benzine, a été séché et analysé; il contenait :

Cendres		2,63	
Matières azotées totales		16,25	(azote = 2,60 pour 100)
Matières organiques solubles dans l'eau 14,23 pour 100.	Matières azotées	7,68	(azote = 1,23 p. 100)
	Sucres réducteurs	0,28	
	Sucres non réducteurs	0,20	
	Gommes, tannins, acides végétaux, etc	6,07	
Cellulose		16,30	
Autres principes (vasculose, xylane ou analogues). Par différence		58,27	
		100,00	

» Ce tourteau constitue donc une substance assez azotée et qui pourrait être employée comme engrais ou comme nourriture pour le bétail.

» *Étude de la matière grasse.* — L'huile extraite des amandes de Koumounou est jaune, complètement liquide, fort peu soluble dans l'alcool à 90°. Sa densité est de 0,913 à 16° et de 0,905 à 30°; elle se solidifie vers 0° et fond à 5° ou 6°; elle présente les réactions suivantes :

» Échauffement avec l'acide sulfurique monohydraté : + 39°.

» Avec l'acide azotique et le mercure. — Masse jaunâtre, pâteuse après plusieurs heures.

» Avec la potasse ($d = 1,34$). — A froid, masse jaunâtre; à chaud, savon jaune, mou.

» Avec l'acide azotique fumant. — Zone de séparation rouge orangé.

» Avec l'acide sulfurique. — Coloration rouge verdâtre.

» Avec l'eau bouillante et la litharge. — Emplâtre mou.

» Degré marqué à l'oléoréfractomètre d'Amagat et F. Jean :

A 30°..................	—1°,5
A 45°..................	—4°

» La matière grasse, après saponification par la soude alcoolique, puis décomposition des sels de sodium par l'acide sulfurique, a fourni une proportion d'environ 90 pour 100 d'acides gras liquides, jaunes, dont les sels de plomb étaient solubles en totalité dans l'éther.

» Ces acides ont été caractérisés en les traitant par le nitrate acide de mercure qui les a transformés en une masse jaunâtre; celle-ci, lavée à l'eau et recristallisée dans l'alcool, a donné un corps fondant à 43°-44°, point de fusion de l'acide élaïdique. Les acides gras de l'huile de Koumounou se composent donc presque uniquement d'acide oléique.

» Un dosage approximatif de glycérine, fait sur les eaux-mères de la saponification, en a indiqué une proportion d'environ 9 parties pour 100 d'huile.

» L'huile de Koumounou n'est donc que de la trioléine presque pure; c'est un curieux exemple d'une matière grasse contenant un seul acide ([1]). »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveaux faits relatifs au mécanisme de l'hyperglycémie et de l'hypoglycémie. Influence du système nerveux sur la glycosoformation et l'histolyse.* Note de M. **M. Kaufmann**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les résultats que j'ai exposés dans une précédente Note ([2]) établissent que, dans la production de l'*hyperglycémie*, deux activités fonctionnelles interviennent simultanément : la glycosoformation intrahépatique et la résorption histolytique générale. En même temps que le foie fabrique du sucre en plus grande abondance, les divers tissus cèdent plus

---

([1]) La partie botanique de ce travail a été faite au laboratoire de M. Van Tieghem, au Muséum; la partie chimique a été exécutée au laboratoire des Travaux pratiques de Chimie, à la Faculté de Médecine de Paris.

([2]) *Comptes rendus*, 14 janvier 1895.

activement au sang leurs matériaux de réserve. Ceux-ci, transportés dans l'organe hépatique, y sont utilisés pour la formation du sucre.

» Parmi les substances de réserve, il en est une qui est tout particulièrement propre à la fabrication glycosique; c'est la matière glycogène. Cette matière, répandue un peu partout dans l'organisme, est surtout abondante dans le foie et les muscles.

» L'hyperglycémie, cause directe de la glycosurie, étant le résultat d'une exagération de la formation sucrée, doit coïncider avec une diminution rapide de la réserve de matière glycogène du foie et des divers tissus. Les faits démontrent qu'il en est bien ainsi.

» *Expérience I.* — Sur un chien à jeun, on prélève un morceau de foie et un morceau de muscle de la cuisse, puis on fait la piqûre bulbaire. Six heures après, l'urine étant très sucrée, on tue l'animal par hémorragie et l'on prélève un second morceau de foie et un second morceau de muscle. Ce dernier est pris sur le membre postérieur opposé, en un point bien symétrique à celui où fut faite la première prise. Aussitôt après leur enlèvement, tous ces tissus sont traités par le procédé de Külz Brücke pour le dosage du glycogène. Celui-ci est finalement transformé en sucre sous l'influence de l'acide chlorhydrique et de l'ébullition prolongée pendant au moins dixheures.

	Glycogène en glucose pour 1000gr de	
	foie.	muscle.
Immédiatement avant la piqûre bulbaire...	44gr	7,2
Six heures après..............................	5,9	2,8

» Cette diminution rapide et énorme du glycogène hépatique et musculaire s'observe non seulement dans le diabète par piqûre bulbaire, mais aussi dans le diabète pancréatique (von Mering et Minkowski) et dans le diabète spontané (von Mering, Frerichs, etc.). Ce fait, qui semble lié à tout état hyperglycémique, vient confirmer que la fabrication surabondante de sucre dans le foie est accompagnée d'une résorption histolytique générale plus active.

» Les faits tirés de l'étude expérimentale de l'*hypoglycémie* viennent également appuyer la donnée ci-dessus. L'hypoglycémie, état inverse de l'hyperglycémie, est le fait de la diminution de la formation et non celui de l'exagération de la destruction du sucre. La perte en glucose qu'éprouve le sang dans le réseau capillaire général est même un peu plus faible que celle qu'il éprouve dans l'état normal ou hyperglycémique (Chauveau et Kaufmann).

» Dans l'hypoglycémie, la production du sucre dans le foie est diminuée;

Cl. Bernard croyait même qu'elle était arrêtée complètement après la section de la moelle épinière en avant de la région dorsale et qu'alors la matière glycogène non seulement ne diminuait pas dans le foie, mais pouvait même y augmenter et s'y accumuler. Cette vue de Cl. Bernard n'est pas vérifiée par l'expérience. Chez l'animal à jeun, la section de la moelle épinière, en avant de la première vertèbre dorsale, n'arrête jamais complètement la production du sucre dans le foie et son déversement dans le sang (Chauveau et Kaufmann); elle ne détermine pas non plus une accumulation de glycogène dans le parenchyme hépatique. Les expériences suivantes le démontrent :

» *Expériences II et III.* — Chiens à jeun. Section de la moelle épinière en avant de la première vertèbre dorsale. Dosage du glycogène du foie pris avant et après la section :

	Glycogène en glucose pour 1000gr de foie.	
	Exp. II.	Exp. III.
Avant la section médullaire.....	17,6	71,6
5h 30m après....................	2,3	38,7

» Ainsi l'hypoglycémie consécutive à la section de la moelle épinière, en avant de la première vertèbre dorsale, est accompagnée d'une diminution considérable de la matière glycogène du foie.

» Ce fait semble devoir infirmer l'opinion d'après laquelle l'hypoglycémie est attribuée à une diminution de la formation sucrée dans le foie. Mais les résultats suivants montrent que la contradiction n'est qu'apparente. En effet, si l'on recherche ce que devient le glycogène qui disparaît du foie après la section médullaire, on constate qu'il n'est pas uniquement utilisé pour la fabrication du sucre; une grande partie de ce glycogène est déversé en nature dans le sang, puis emmagasiné par les muscles.

» *Expériences IV et V.* — Chiens à jeun. Section de la moelle épinière en avant de la première vertèbre dorsale. Dosage du glycogène dans les muscles symétriques des deux membres postérieurs, enlevé l'un avant la section, l'autre après :

	Glycogène en glucose pour 1000gr de muscle.	
	Exp. IV.	Exp. V.
Avant la section médullaire.....	10,7	8,3
5h 30 après................	13,5	10

La réaction du glycogène du sang était également plus nette après qu'avant la section.

» L'accumulation du glycogène dans les muscles du train postérieur n'est pas le fait de la paralysie. En effet, si, au lieu de faire la section médullaire dans un point où elle provoque l'hypoglycémie, on la pratique en un point où elle laisse la glycémie dans son état normal, on constate que, malgré la paralysie, le glycogène ne s'accumule pas en proportion notable dans les muscles des membres postérieurs.

» *Expérience VI*. — Chien à jeun. Section de la moelle entre les deuxième et troisième vertèbres lombaires. Cette section ne détermine pas d'hypoglycémie.

	Glycogène en glucose pour 1000gr de muscle.
Au moment de la section médullaire	10,5
Cinq heures quinze minutes après	11,1

» L'ensemble de ces résultats permet de poser les conclusions suivantes :

» 1° Dans les diverses déviations de la fonction glycémique, il y a à la fois une modification de l'activité de la glycosoformation et de l'histolyse générale;

» 2° Dans l'*hyperglycémie* et par suite dans le diabète, la glycosoformation et la résorption histolytique sont activées;

» 3° Dans l'*hypoglycémie*, la glycosoformation et l'histolyse sont diminuées;

» 4° La section de la moelle dans la région avoisinant le renflement brachial modifie le mode de fonctionnement du foie : cet organe déverse alors dans le sang moins de sucre et plus de glycogène;

» 5° La même section médullaire modifie également la nutrition dans tous les tissus : elle augmente leur puissance d'emmagasinement et, par suite, diminue la résorption histolytique;

» 6° Le système nerveux exerce une action régulatrice à la fois sur les phénomènes nutritifs des divers tissus et sur les élaborations intrahépatiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens* (1). Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une première Note du 7 janvier, j'ai exposé le mode de formation et la signification des divers éléments cellulaires qui constituent l'am-

(1) Travail fait à la station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

poule testiculaire. Des divisions mitotiques successives des spermatoblastes résulte la formation de colonnes prismatiques dirigées suivant les rayons de l'ampoule et composées d'une masse commune de protoplasme granuleux au sein de laquelle sont plongés les tritospermatoblastes constitués par leur noyau entouré d'une zone claire de protoplasme propre. Alors commencent les modifications qui transforment ces derniers éléments en spermatozoïdes.

» Le noyau prend un aspect homogène, se colore uniformément en apparence, et devient très réfringent. Cela tient à ce que la nucléine se présente sous la forme de globules pressés qui se colorent vivement et qui occupent toute la masse du noyau.

» Bientôt sur la périphérie de cette masse quelques globules prennent un aspect vésiculeux et perdent leur coloration. Ces vésicules claires, hyalines grandissent surtout vers le pôle céphalique du noyau; à ce niveau la masse colorée se rétrécit et devient pyriforme. Sur la paroi des vésicules claires se distinguent à de très forts grossissements des grains colorés très fins qui en marquent les contours.

» Il résulte de là que le noyau se présente comme coiffé vers sa pointe d'un capuchon hyalin (capuchon céphalique d'Hermann).

» Puis la masse colorée s'allonge, parce que les globules qui la composent se déroulent comme le ferait un chapelet pelotonné. Ce déroulement se fait du pôle céphalique au pôle caudal. Ainsi se produit une tige moniliforme très colorée et réfringente, autour de laquelle les vésicules claires qui se sont allongées et ont perdu leurs fins granules colorés forment un manchon hyalin. Ces parties s'allongent encore, et les renflements globulaires du cordon central s'effacent. Mais dans certains cas (*Acanthias, Torpedo, Scyllium*) ce cordon prend un aspect ondulé très élégant. Tels sont les processus principaux par lesquels se constitue la tête du spermatozoïde. Elle résulte surtout de la condensation et de l'élongation d'une portion de la nucléine du noyau et de la vésiculisation et décoloration de l'autre portion.

» Voici les modifications subies par le protoplasme de la cellule : la masse cytoplasmique abandonne le pôle céphalique du noyau, pour se porter vers le pôle caudal. Elle devient d'abord pyriforme pour acquérir, en s'allongeant, la forme d'un cylindre terminé par un cône. Avec de puissants objectifs on y reconnaît un réseau qui englobe les vésicules protoplasmiques. Aux nœuds du réseau sont des grains d'une finesse extrême qui se colorent comme la nucléine. A mesure que le cytoplasme s'allonge les mailles du réseau et les vésicules qu'elles enveloppent se rangent en sé-

ries longitudinales parallèles. Entre ces séries les filaments du réseau se présentent comme des lignes presque droites, au nombre de 3 ou 4, et marquées par des grains chromophiles plus nombreux. Elles viennent converger au sommet du cône terminal pour se fondre en un filament unique qui les continue et qui s'échappe du sommet, comme filament caudal.

» Les trois ou quatre lignes qui formaient ses racines se réduisent bientôt à une seule centrale, qui est probablement le résultat de leur concentration et de leur feutrage. Les séries superficielles de vésicules rendues ainsi libres sont rejetées ou résorbées, et il ne reste de tout le cytoplasme que le filament central entouré sur un certain parcours par une couche simple de vésicules, et se continuant à l'état libre et très allongé comme filament caudal. Le spermatozoïde ainsi formé comprend donc : 1° une tête entourée de son manchon hyalin ; 2° un segment moyen, résidu du cytoplasme et formé d'une colonne étroite de vésicules, au centre de laquelle court le filament caudal ; 3° un filament caudal libre très allongé et très fin résultant de la concentration et du feutrage du réticulum du cytoplasme.

» Pendant ce temps se sont opérés des changements topographiques dans la colonne prismatique qui renfermait les tritospermatoblastes. Ces cellules se sont portées à la périphérie de la colonne, les noyaux dirigent leur pôle céphalique pointu vers la périphérie, et les masses cytoplasmiques se portent vers le centre.

» Tous ces éléments sont englobés dans une masse de protoplasme granuleux et vacuolaire, qui est le résidu du protoplasme commun qui comprenait les germes. Il est en voie de destruction. Je l'ai appelé, chez les Crustacés décapodes, le protoplasme *caduc*. A mesure que se forment les spermatozoïdes, il se résorbe et se ratatine vers sa base, c'est-à-dire vers l'enveloppe de l'ampoule, et il entraîne dans ce mouvement les spermatozoïdes qui sont ainsi rapprochés et réunis en faisceaux. La destruction et la désagrégation finale de cette espèce de ciment qui les maintenait en place les rend libres, et ils se détachent, laissant la paroi de l'ampoule recouverte par des cônes protoplasmiques qui s'étaient insinués entre les faisceaux, et qui renferment à leur base la cellule dite *basilaire* ou *recouvrante*, et parfois vers le sommet le corps problématique plus ou moins effacé. C'était le début d'une nouvelle génération de spermatozoïdes, mais qui avorte par suite de l'atrophie de l'ampoule.

» Les points exposés dans la Note précédente et dans celle qui l'a pré-

cédée montrent entre la spermatogenèse chez les Sélaciens, chez les Crustacés décapodes, et plus spécialement chez les Carides, chez les Locustides, un parallélisme de processus extrêmement frappant. Il résulte, en effet, de mes recherches déjà publiées que, dans tous les cas, on observe :

» 1° Formation de nids *primitifs* de germes, sous forme de plasmodie, par la multiplication amitotique des noyaux du tissu conjonctif germinatif;

» 2° Formation de nids *secondaires* par la multiplication amitotique des noyaux de la membrane conjonctive propre de la cavité testiculaire ;

» 3° Situation des germes dans une masse commune de protoplasme qui deviendra le protoplasme *caduc;*

» 4° Acquisition par les noyaux-germes d'un protoplasme propre pour devenir des protospermatoblastes;

» 5° Division mitotique deux fois répétée de ces éléments cellulaires pour arriver aux tritospermatoblastes;

» 6° Formation de la tête du spermatozoïde aux dépens d'une portion de la nucléine de la cellule qui se condense, tandis que l'autre portion devient achromatique en devenant vésiculeuse et forme le capuchon ou manchon céphalique hyalin;

» 7° Formation des filaments radiés ou caudal ainsi que du segment moyen aux dépens du cytoplasme. Comme chez les Locustides, le filament caudal résulte, chez les Sélaciens, de la concentration et du feutrage du réseau du cytoplasme.

» Ce parallélisme dans les processus fondamentaux de la spermatogenèse, dans des groupes si différents, me paraît digne de remarque. »

ZOOLOGIE. — *Sur le mode de fixation des Acéphales à l'aide du byssus.* Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Un très grand nombre d'Acéphales se fixent à l'aide du byssus sur les corps étrangers. Depuis longtemps, on a étudié la structure du byssus et l'on a reconnu qu'il provient de la sécrétion d'une glande, souvent très volumineuse, située à la base du pied; mais des questions, pourtant intéressantes, paraissent avoir été négligées.

» Comment s'opère l'accolement du byssus contre les corps étrangers? Un animal, dont le byssus est rompu, peut-il se fixer de nouveau? Se fixe-t-il à l'aide de l'ancien byssus? Le mode d'adhérence du byssus est-il le

même dans tous les Acéphales, malgré la diversité de disposition de cet organe? Pour répondre à ces diverses questions, qui sont en rapport avec les conditions d'existence de ces mollusques, il ne suffisait pas de reprendre les études anatomiques et histologiques faites sur des animaux conservés, il fallait les compléter par des observations directes, à l'aide d'Acéphales vivants. Grâce aux nombreux matériaux d'étude que j'avais à ma disposition, au laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, j'ai pu multiplier suffisamment les observations et instituer une série d'expériences.

» Le type d'Acéphale qui, grâce à la facilité avec laquelle on le fait vivre dans les aquariums, m'a donné les résultats les plus concluants, est l'*Arca tetragona*. Chez ce Lamellibranche, le byssus est compact et représente un volume énorme par rapport à la masse totale de l'animal.

» Voici le résumé de quelques expériences :

» Première expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont mises en observation dans un aquarium, après qu'on a eu soin de décoller la partie adhérente du byssus aux corps étrangers.

» *Résultat.* — Au bout de quelques jours chaque Arche a rejeté son byssus et s'est fixée à l'aide d'une sécrétion nouvelle.

» Deuxième expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont disposées à fleur d'eau, le byssus adhérent encore aux corps étrangers sur lequel l'animal est fixé. Elles sont placées de manière qu'une partie de la coquille reste hors de l'eau.

» *Résultat.* — Deux jours après, au plus tard, chaque Arche a abandonné l'ancien byssus qui reste collé aux corps étrangers, et se fixe sur le fond de l'aquarium.

» Troisième expérience. — Des *Arca tetragona* adultes sont mises en observation dans les mêmes conditions que dans la première expérience; mais le byssus, au lieu d'être complètement conservé, a été sectionné transversalement à la moitié de sa hauteur.

» *Résultat.* — Au bout de deux ou trois jours, chaque Arche s'est fixée sans rejeter son ancien byssus, et l'accolement s'est fait au niveau de la section transversale.

» Quatrième expérience. — Des *Arca tetragona* très jeunes, dont le byssus a été conservé comme dans la première expérience, sont mises en observation.

» *Résultat.* — Le lendemain, chacun de ces petits Acéphales s'est fixé à l'aide de l'ancien byssus.

» Ces expériences prouvent que les Arches adultes sont obligées pour se fixer, lorsqu'un décollement a eu lieu, de rejeter l'ancien byssus pour en sécréter un nouveau, à moins que le byssus n'ait été sectionné en partie, tandis que les Arches jeunes peuvent se fixer à l'aide de l'ancien organe conservé.

» La structure du byssus étudiée sur des coupes, sur les adultes et sur les jeunes, explique ces faits en apparence contradictoires. Le byssus sécrété entre des lames glandulaires, ce qui est un fait général chez les Acéphales, est constitué chez les Arches par une série de lamelles emboîtées les unes dans les autres. La matière sécrétée à l'état fluide est injectée entre les lames et protégée par le pied contre l'action de l'eau : tant que la matière sécrétée trouve une issue, elle peut rétablir l'adhérence du byssus, c'est ce qui a lieu chez les Arches jeunes. Quand, au contraire, le byssus est devenu compact dans sa partie supérieure, cette injection est impossible; la matière sécrétée ne peut plus atteindre la partie supérieure du byssus qui doit être rejeté.

» Je crois que le mode d'adhérence du byssus est le même dans tous les Acéphales, malgré la diversité de dispositions de cet organe; j'espère établir, dans un prochain Mémoire, que l'accolement est toujours dû à l'action du pied, les variations que l'on constate dans l'apparence de l'organe byssal étant sous la dépendance immédiate de l'organe pédieux des Lamellibranches. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'adhérence des Amibes aux corps solides*. Note de M. **Félix Le Dantec**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Dans son Mémoire classique sur la Mérotomie de l'*Amœba Proteus*, Bruno Hofer (¹) décrit les conditions dans lesquelles cet être rampe à la surface des corps solides plongés dans l'eau et déclare que cet état de reptation est indispensable pour que l'animal puisse se nourrir. Toutes les observations que j'ai faites confirment cette assertion, mais je ne puis rester d'accord avec l'auteur allemand au sujet du procédé par lequel se réalise l'adhérence au porte-objet d'une Amibe flottant préalablement dans le liquide de la préparation.

» Bruno Hofer admet que cette adhérence est due à la sécrétion par l'Amibe d'une certaine substance agglutinante que le microscope ne permet pas de distinguer; il trouve une preuve de son existence dans la comparaison avec la traînée de mucus que laisse, aux endroits où il vient de passer, un plasmode de Myxomycète rampant hors de l'eau, sur un corps solide.

» Je fais remarquer d'abord que cette comparaison n'est pas juste et que le phéno-

---

(¹) *Jenaische Zeitschrift*, vol. 24.

mène présenté par le Myxomycète *hors de l'eau* ne peut en aucune façon faire conclure à l'existence d'une production semblable chez l'Amibe rampant *dans l'eau*. Il y a, entre les deux cas, une différence dont on peut se faire rapidement une idée approximative, si l'on songe à une gouttelette d'huile lourde, glissant sur le fond d'un cristallisoir plein d'air ou d'un cristallisoir plein d'eau.

» Il y a en outre une évidente contradiction entre l'hypothèse de Bruno Hofer et l'observation qu'il a lui-même faite après la mérotomie, que la partie de l'Amibe qui est dépourvue de noyau ne peut plus adhérer au porte-objet. Est-ce que l'opération qui a divisé l'Amibe en deux parties a pu détruire cette substance visqueuse qui la faisait adhérer tout à l'heure aux corps solides? Quand, par l'effet de la pesanteur seule, la partie énucléée descendra sur le porte-objet, la substance visqueuse qui l'enduisait antérieurement devrait naturellement l'y faire adhérer de nouveau, comme cela a lieu pour la partie nucléée. Je ne vois pas pourquoi Bruno Hofer juge qu'une nouvelle sécrétion serait nécessaire pour produire le phénomène d'adhérence. La discussion de cette hypothèse a sa raison d'être, puisque le savant allemand y trouve une nouvelle preuve à l'appui de ce fait d'une haute importance biologique et que d'autres observations lui ont fait admettre : « que les sécrétions protoplasmiques ont » lieu seulement sous l'influence du noyau ». L'étude attentive du phénomène m'a prouvé qu'on n'y peut pas faire vraisemblablement intervenir une sécrétion visqueuse quelconque.

» Quand une *Amœba Proteus* est apportée dans une goutte d'eau sur un porte-objet, elle flotte au début librement dans l'eau et a une forme sphérique irrégulière avec quelques ébauches de pseudopodes *immobiles*; son poids la fait descendre dans l'eau tranquille jusqu'au porte-objet; c'est ici que l'observation devient intéressante. Pour la suivre dans tous ses détails, j'agite de temps en temps, avec l'extrémité d'une aiguille, l'eau de la préparation sans quitter le microscope de l'œil (Leitz, oc. 3, obj. 4); de très petits mouvements de l'aiguille, à quelque distance de l'Amibe, suffisent à déterminer dans l'eau des courants qui entraînent manifestement les corps libres et font distinguer ainsi au milieu d'eux les corps adhérant au porte-objet. En opérant un très grand nombre de fois comme je viens de le dire, voici ce que j'ai constaté :

» L'Amibe, irrégulièrement sphérique avec quelques ébauches de pseudopodes immobiles, descend par l'effet de la pesanteur au voisinage du porte-objet; le point de son corps qui en est le plus rapproché est, naturellement, l'extrémité d'un pseudopode en forme de cône à pointe mousse. Au bout de quelques instants de repos, ce pseudopode s'allonge horizontalement, et en même temps de faibles mouvements de l'aiguille font remarquer que l'adhérence commence; l'Amibe, au lieu de rouler au gré d'un courant très faible, oscille seulement dans tous les sens autour du sommet fixe du pseudopode. Le repos continuant, le pseudopode s'allonge parallèlement au porte-objet : les mouvements de l'aiguille ne peuvent plus produire qu'une oscillation restreinte autour du pseudopode horizontal comme axe et non plus dans tous les sens comme précédemment; puis, d'autres

pseudopodes naissent autour du premier; toute la substance de l'Amibe s'étale, petit à petit, parallèlement au porte-objet; à ce moment, les mouvements de l'aiguille peuvent déterminer des courants assez vifs dans la préparation, sans que l'Amibe bouge; *elle est adhérente*. Mais, si, pour une raison quelconque, l'animal se contracte, *il cesse d'adhérer au porte-objet*.

» Que devient dans ces conditions l'hypothèse de Bruno Hofer? D'abord, nous avons vu que l'adhérence commence par un pseudopode *en voie d'extension;* or, il est très facile de constater que jamais un corps solide en suspension dans le liquide ne vient adhérer à un tel pseudopode, ce qui aurait lieu infailliblement s'il sécrétait cette substance visqueuse hypothétique. Tous les corps étrangers que l'on peut trouver adhérant extérieurement à une Amibe sont, quand il y en a, localisés à la région postérieure inerte de cette Amibe (je ne puis m'étendre ici sur leur provenance), c'est-à-dire à la région de l'Amibe qui viendra adhérer la dernière au porte-objet. Dans l'hypothèse de Bruno Hofer, le contraire aurait lieu. En outre, pourquoi l'Amibe se détacherait-elle du porte-objet quand elle se contracte, si elle était unie à ce porte-objet par une matière visqueuse?

» J'ai exposé, dans un Mémoire en cours de publication [1] (dans lequel, pour ne pas compliquer les considérations physiques, je néglige pour le moment la discussion de la structure réticulée), que le protoplasma de l'Amibe présente une couche externe douée au contact de l'eau d'une forte tension superficielle. Nous devons donc admettre que l'Amibe, descendant sous l'influence de la pesanteur au voisinage du porte-objet, *ne touche pas* ce porte-objet; elle en est séparée par une couche aqueuse dont l'épaisseur a un minimum. Tant que l'Amibe a sa forme contractée de sphère irrégulière, la partie de sa surface extérieure qui est à une très petite distance du porte-objet est très minime. A mesure que le pseudopode s'étale, cette partie devient de plus en plus grande et il y a entre les deux surfaces parallèles voisines des attractions moléculaires de plus en plus importantes. Enfin, quand l'Amibe est complètement étalée (et l'on constate facilement alors que son épaisseur a beaucoup diminué), sa face inférieure est devenue une sole plane parallèle au porte-objet et très voisine de celui-ci; *il y a adhérence par attraction moléculaire;* cette adhérence persiste naturellement quand de nouveaux pseudopodes se forment et s'étalent dans le même plan; elle disparaît naturellement aussi quand, par contraction, le corps reprend une forme sphérique. L'adhérence n'est d'ailleurs jamais très énergique. On peut comparer l'Amibe contractée et

---

[1] *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique.*

l'Amibe étalée à une sphère de verre et une mince plaque de verre de même poids, mouillées par l'eau toutes deux et posées sur le fond bien dressé d'un cristallisoir rempli d'eau. La sphère roulera au gré des moindres courants ; la plaque sera beaucoup plus stable. Les réactifs histologiques, qui tuent les Amibes sans les faire contracter, les laissent adhérer au porte-objet ; ceux qui déterminent la contraction les détachent.

» Le *Dactylosphæria radiosum* (Duj.) commence de même à adhérer par l'extrémité d'un ou plusieurs de ses longs pseudopodes dès que l'extrémité de ceux-ci s'étale parallèlement au porte-objet.

» Dans l'expérience de Bruno Hofer, il faut donc admettre que la partie énucléé de l'Amibe n'adhère pas au porte-objet parce qu'elle ne peut plus s'étaler en larges pseudopodes et non qu'elle ne peut plus émettre de pseudopodes, parce que l'absence de sécrétion visqueuse ne lui permet plus d'adhérer au porte-objet.

» Pour les parties énucléées d'une *Gromia*, la même question ne se pose pas ; il y a adhérence très facile, à cause de la très faible tension superficielle qui sépare le protoplasma de l'eau ambiante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Observations histologiques sur les adaptations fonctionnelles de la cellule épidermique chez les Insectes.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« Dans une précédente série de recherches [1], j'ai étudié le processus général de la cuticularisation chez les Insectes, établissant par quelle série de différenciations protoplasmiques s'opère progressivement l'induration de la face supérieure ou libre. J'ai montré que, loin d'être fatalement prédisposée à une telle transformation, celle-ci ne la subit que comme une conséquence du rôle protecteur dévolu aux éléments ainsi caractérisés vis-à-vis de la fédération histique dont ils font partie. Enfin, par la considération de certains cas particuliers, j'ai pu mettre en évidence la faculté que possède la cellule épidermique de se cuticulariser sur toute sa périphérie et à une profondeur variable dans sa masse plasmatique, celle-ci jouissant, en tous ses points, des mêmes attributs fonctionnels.

» Les notions ainsi acquises n'obligeaient pas seulement à abandonner la doctrine, naguère encore partout admise, qui localisait sur l'une des faces de l'élément ses propriétés chitinogènes ; elles laissaient également entrevoir des faits nouveaux et corrélatifs des diverses fonctions qui peuvent in-

[1] *Comptes rendus*, 1892.

comber, chez l'Insecte, à la cellule épidermique. En effet, cette dernière n'y représente pas constamment et exclusivement un élément de protection, mais aussi, suivant les circonstances, de soutien ou de sensibilité. Ces affectations spéciales entraînent-elles des modifications dans la marche de la cuticularisation? Par quelles dispositions anatomiques se traduisent-elles? Telles sont les questions que j'ai cherché à élucider dans la nouvelle série d'observations dont je présente aujourd'hui le résumé.

» I. On s'est presque toujours contenté de figurer, d'une manière très schématique dans la plupart des cas, l'insertion des fibres musculaires sur les cellules tégumentaires, sans rechercher par quelle évolution elles se préparent à contracter de semblables rapports. Rien n'est cependant plus intéressant qu'une telle étude histogénétique; elle conduit à des résultats hautement instructifs, justifiant pleinement les conclusions que je formulais à la suite de ma première Communication : ce n'est plus sur la face supérieure de l'élément que se concentre son activité formatrice, c'est vers sa face profonde qu'elle tend très promptement à s'exagérer. Là se multiplient les strates hyaloplasmiques dont j'ai fait connaître l'origine et l'orientation, strates qui s'indurent rapidement pour offrir aux insertions musculaires une base aussi large que résistante.

» La physionomie des cellules s'en trouve si notablement modifiée que, sur une coupe d'ensemble du tégument, on distingue souvent les cellules ainsi spécialisées, lors même que la section passe à une certaine distance de leur face inférieure. Fréquemment ces dispositions se reflètent dans l'aspect extérieur du tégument : il se montre plus mince, moins hérissé de saillies cuticulaires, d'épines, etc., sur les points qui ont été le siège de cette sorte de dérivation formatrice. Sur les larves de Lépidoptères, de Diptères, etc., on peut aisément constater le fait. Les larves de Bombycides fournissent un excellent sujet d'observation; la technique la plus simple (coupes colorées par le vert de méthyle ou la safranine) permet d'obtenir des préparations parfaitement démonstratives.

» II. On sait quelle évolution subissent, au point de vue morphographique, les éléments qui doivent recueillir les impressions périphériques, spécialement les impressions tactiles : s'allongeant à une hauteur variable au-dessus du niveau général du tégument, ils se recourbent plus ou moins, suivant qu'ils tendent vers l'un ou l'autre des deux types que j'ai désignés sous les noms de *cône mou* et de *poil tactile* (¹).

(¹) Joannes Chatin, *Recherches sur les organes tactiles des Insectes et des Crustacés* (Concours pour le Grand Prix des Sciences physiques, 1885).

» Le cône mou est généralement unicellulaire; à la formation du poil tactile concourent presque toujours plusieurs cellules; mais on ne saurait énoncer à cet égard une loi constante et absolue. Aux auteurs qui ont cru pouvoir l'admettre, je conseille l'étude comparative des larves de Bombycides, de Tinéides, d'Eristalides, de Mucides, etc.; ils y pourront constater les variations les plus fréquentes.

» Ce qui distingue, au contraire, et très nettement, le cône du poil, c'est l'inégale épaisseur de la cuticule : toujours très mince sur le premier, elle peut atteindre une grande épaisseur sur le second. Or, ces différences sont constamment subordonnées aux phénomènes initiaux de la cuticularisation. Dans le futur cône mou, les trabécules hyaloplasmiques demeurent rares, largement espacées, n'offrant qu'une faible induration. Pour le poil tactile, c'est la tendance inverse qui se manifeste, s'accentuant rapidement : les trabécules hyaloplasmiques se multiplient, se rapprochent, se groupent en strates nombreuses, puis s'imprègnent de chitine: toutefois la cuticularisation s'atténue vers la pointe apicillaire de l'organite sensoriel.

» On voit quels liens naturels enchaînent ces faits, révélant entre eux une commune origine qui réside dans le protoplasma cellulaire : ainsi qu'on vient de s'en convaincre, il intervient seul pour adapter l'élément épidermique à ses différents rôles fonctionnels. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur un nouveau procédé pratique de dosage du calcaire dans les terres arables*. Note de M. **Antoine de Saporta**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Sans prétendre à une grande rigueur, la méthode que nous soumettrons à l'examen de l'Académie a, du moins, le mérite d'être fort simple. Elle n'exige, comme matériel, qu'un bon densimètre gradué de 1,100 à 1,200, un thermomètre du genre de ceux de l'alambic Salleron, un matras jaugé, plus divers accessoires qu'on peut se procurer partout; comme réactif, elle n'exige que l'acide chlorhydrique commercial.

» Après avoir constaté que l'acide chlorhydrique employé est sensiblement exempt d'acide sulfurique, on l'étend d'eau pure jusqu'à ce que le densimètre, immergé dans l'acide dilué, affleure au trait supérieur 1,100, la lecture étant toujours rapportée au sommet du ménisque. Nous supposons la température du mélange égale à 15°; si le thermomètre marque plus ou moins de 15°, une correction additive ou soustractive s'impose absolument : elle s'élève à 4 dix-millièmes par degré d'écart, soit, en pratique, 2 *divisions* de la tige pour 5 *degrés*.

» Lorsque, dans un volume bien défini et mesuré à 15° de cette solution, 200^{cc} par exemple, on projette un poids connu de poudre de marbre blanc de Carrare, on constate au densimètre, une fois la dissolution parachevée, un accroissement de poids spécifique de la liqueur.

» En effet, la présence du chlorure de calcium produit compense et au delà l'allègement causé par la perte d'acide et l'élimination d'eau. L'expérience montre que les alourdissements ou gains de densité traduits par l'émersion d'un certain nombre de divisions de la tige sont sensiblement proportionnels aux poids de marbre dissous, soit successivement, soit simultanément.

» En opérant comme il a été dit sur 200^{cc} [1], on constate que 41^{gr},6 de marbre ramènent la densité du liquide à 1,200. L'affleurement se produit alors à la centième division, au bas de la tige graduée. Il faut tenir compte de la température sur les mêmes bases que naguère.

» La solution obtenue est complexe. En sus du chlorure de calcium, elle contient une dose d'acide chlorhydrique considérable, encore assez grande par rapport aux impuretés ordinaires du réactif commercial; de là, sans doute, la régularité du phénomène d'alourdissement progressif.

» Il est clair que le densimètre pourra servir de *calcimètre centésimal* pour le titrage en calcaire d'un sol donné, en supposant que l'échantillon de terre à étudier soit sec et que l'influence de l'argile n'entrave pas la précision de la méthode. L'expérience justifie cette conception.

» Certains échantillons du diluvium alpin de la plaine de Mauguio (Hérault) sont absolument privés de calcaire; composons nos 41^{gr},6 avec parties égales de cette terre argilo-siliceuse et de marbre pulvérisé; traitons par 200^{cc} de liqueur type à 1,100; la solution refroidie accusera à l'aréomètre, après correction, une densité de 1,150 ou un poids de 50 degrés calcimétriques, ce qui doit être.

» D'autres échantillons de terre de diverses provenances ont été éprouvés au point de vue de leur titre calcimétrique. Les résultats ont été comparés à ceux que fournit le calcimètre de M. A. Bernard, instrument qui, bien manié, donne des indications très justes.

	Calcaire pour 100.	
	Calcimètre.	Densimètre.
Terre de Lorgues (Var)...........	67,5	68
Diluvium alpin (Montpellier).......	2,5	3
Terre recueillie aux environs d'Aix.	47	47,5
Sable à bâtir aux environs d'Aix....	32	32,5

(1) Les dimensions du densimètre (modèle Salleron-Dujardin) déterminent la capacité de l'éprouvette dans laquelle flotte l'instrument, et de cette capacité dérive le choix de volume d'acide réagissant. La dose de 200^{cc} s'impose, comme minimum strict, pour les essais de terre.

» Il est évident que la présence dans le sol de divers éléments solubles peut et doit forcer le titre calcimétrique fourni par l'aréomètre et l'élever au-dessus du taux vrai déduit du volume du gaz carbonique ; mais la différence ne saurait inquiéter l'agronome qui ne poursuit en vue de la pratique que des résultats approchés. L'emploi simultané du calcimètre Bernard et de notre méthode peut même fournir des résultats intéressants. Ainsi l'excès du pourcentage aréométrique dénotera immédiatement, sans analyse, la présence dans le sol de principes solubles dans les acides (bauxite, phosphates, etc.).

» On opère dans un grand flacon ou bocal de 1^{lit} au moins de capacité; on introduit d'abord les $41^{gr},6$ de terre, puis les 200^{cc} d'acide dont on ménagera d'abord l'affusion s'il se dégage trop de mousse. Quand l'effervescence tumultueuse a cessé, on bouche le vase à réaction et l'on attend qu'une couche liquide à peu près claire se soit formée au-dessus du lit de sable fin et de bourbe qui occupe le fond. Cette couche, relativement limpide, est soutirée au moyen d'un orifice latéral percé dans la paroi du vase, à quelque distance au-dessus du fond; la liqueur, avant d'être éprouvée à l'aréomètre et au thermomètre, achève de *se dépouiller* en vase clos.

» Assurément cette méthode ne présente point la merveilleuse rapidité du procédé de M. A. Bernard, mais elle permet d'opérer encore assez vite puisque, après la dissolution intégrale du calcaire, on peut décanter une suffisante quantité de liquide pour l'étudier après clarification, nettoyer l'appareil et recommencer avec un autre échantillon. On peut même faire écouler des prises de liquide pendant l'attaque et étudier ainsi l'évolution de cette attaque, c'est-à-dire l'assimilabilité même du calcaire. Ajoutons que les liqueurs soumises à l'expérience se conservent longtemps sans variations de densité dans des vases soigneusement bouchés. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur quelques Micrococcus du Stéphanien, terrain houiller supérieur.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Dehérain.

« Nous nous proposons de faire connaître aujourd'hui une forme de Bactéries différente de celle que nous avons décrite naguère [1], moins rare que le *Bacillus vorax*, et qui se rencontre dans les silex des environs de Grand'Croix, par conséquent à la base du Stéphanien.

» Les bactéries en question affectent la forme de petites sphères libres

---

[1] *Comptes rendus*, 21 janvier 1895.

ou soudées par deux, dont le diamètre moyen est de $2,2\mu$, à contour parfaitement net et coloré en brun. Souvent ces sphères paraissent transparentes vers le centre, d'autres fois elles semblent remplies d'un protoplasma finement granuleux et plus foncé.

» Sous ce dernier aspect, elles pourraient être confondues avec de petits grains de pyrite de dimensions analogues qui sont assez fréquents, soit autour des fragments de plantes, soit même à l'intérieur de leurs tissus; ces petits grains de pyrite plus ou moins arrondis proviennent sans doute d'une réduction, par le protoplasma des cellules, de sulfate de fer en dissolution; mais on parvient assez facilement à en faire la distinction, car, en faisant jouer le microscope, les grains de pyrite restent noirs et opaques; beaucoup d'entre eux décèlent des arêtes et se montrent plus ou moins cubiques; en outre, quand ils viennent à se toucher, on voit qu'il y a simplement contact et non soudure, comme cela arrive pour les bactéries dont nous parlons.

» Les sphères ne peuvent être des spores, car un certain nombre d'entre elles sont allongées en ellipsoïdes dont le grand axe atteint 4μ; dans quelques-unes on distingue une cloison dirigée perpendiculairement au grand axe; d'autres enfin, assez nombreuses, sont soudées deux à deux : ce sont là les phases successives de développement que l'on observe souvent chez les *Micrococcus*. Nous désignerons cette bactérie sous le nom de *Micrococcus Guignardi*.

» Nous l'avons rencontrée avec les différents degrés de développement mentionnés, à l'intérieur du bois de *Calamodendron*, dans différentes racines, mais principalement dans les téguments de graines, entre autres de *Rhabdocarpus subtunicatus*, de *Rh. conicus*, de *Ptychocarpus sulcatus*, etc.

» Lorsqu'on examine une coupe un peu oblique d'un tissu cellulaire envahi par notre *Micrococcus*, on remarque de nombreuses petites sphères, la plupart isolées, adhérentes aux parois; quelques-unes sont doubles, elles se sont donc divisées sur place; elles paraissent comme incrustées dans l'épaisseur de la cloison cellulaire, et entourées d'une mince auréole incolore; lorsque, par accident, il y en a qui ont quitté, celles-ci ont laissé un creux hémisphérique plus clair, qui marque la place qu'elles occupaient.

» Sur des coupes transversales, les parois des cellules se réduisent souvent à leur membrane moyenne. Le *Micrococcus Guignardi* s'attaquait donc plus spécialement à la couche cellulosique, même lorsqu'elle était fortement incrustée. Nous avons en effet des portions d'enveloppe de *Diplotesta* qui montrent des cellules intactes avec les fins canalicules qui

traversent les couches d'épaississement, et, à côté, d'autres cellules de la même couche, contenant des *Micrococcus* et réduites à leur membrane moyenne.

» C'est principalement dans les graines appartenant au genre *Rhabdocarpus* que nous avons pu suivre les différentes phases de destruction offertes par les tissus.

» On sait que ces graines présentent deux téguments : 1° un tégument interne formé de cellules fortement incrustées dont la cavité a complètement disparu ; 2° un tégument externe composé de nombreux faisceaux hypodermiques, séparés par du tissu parenchymateux. C'est ce dernier tissu qui a été le premier détruit ; tantôt il n'y en a plus de traces et les bandes hypodermiques longitudinales sont isolées, tantôt les cellules du parenchyme sont disjointes, libres, flottantes entre les faisceaux hypodermiques, encore munies de leurs parois ; tantôt les parois mêmes ont disparu et ce ne sont plus que des masses protoplasmiques de formes et de tailles diverses qui paraissent entraînées au hasard.

» Les bandes hypodermiques sont attaquées à leur tour, et, sur une coupe transversale, on peut voir le travail qui s'est produit : les cellules, encore adhérentes entre elles, sont occupées, chacune, à leur centre par des *Micrococcus* qui en augmentent la lumière en dissolvant la couche cellulosique par l'intérieur ; d'autrefois, c'est par la face extérieure en contact avec la membrane moyenne que l'attaque a eu lieu et l'on observe des portions annulaires de parois plus ou moins éloignées de la membrane commune suivant que le travail bactérien est plus ou moins avancé. Quelquefois les cellules hypodermiques sont disjointes, la membrane moyenne ayant disparu la première.

» Nous avons vu que le *Micrococcus Guignardi* s'attaquait plus volontiers à la partie de la paroi riche en cellulose ; il devait donc y avoir, pour disjoindre les cellules, un autre agent et, en effet, nous avons rencontré entre les cellules et sur la membrane moyenne un deuxième *Micrococcus* de couleur brune, plus petit que le premier, mesurant $0^{\mu},7$ à $0^{\mu},9$, présentant les mêmes phases de division, mais s'en distinguant par son mode de groupement ; il se présente souvent, en effet, disposé par deux ou par trois en ligne droite figurant ainsi un court bâtonnet sans cloisons. Nous le désignerons sous le nom de *Micrococcus hymenophagus*.

» De l'action simultanée ou successive de ces deux *Micrococcus* résultent tous les aspects de destruction que nous avons observés. Si le dernier seul opère, les cellules se décollent, se desagrègent, emportant leur proto-

plasma; leur contour net et polyédrique indique bien qu'il existe encore une enveloppe résistante autour du protoplasma. Si le premier seul agit, on ne trouve plus que la trame légère formée par les cloisons moyennes. Les deux fonctionnant simultanément, les masses protoplasmiques, irrégulières de formes et de contours, seules persistent pendant quelque temps, antiseptisées sans doute, par la fixation de quelque produit tannique, mais bientôt elles se détruisent à leur tour; nous en avons trouvé un certain nombre, devenues diffluentes, occupées par le *Micrococcus Guignardi*.

» De ce qui précède, il résulte que les *Micrococcus* houillers jouissaient de la propriété de dissoudre la couche cellulosique plus ou moins complexe des cellules végétales et la membrane moyenne. Les cuticules paraissent seules leur avoir résisté.

» Le *Micrococcus Guignardi* a été rencontré jusqu'ici seulement dans les silex de Grand'Croix. Le *Micrococcus hymenophagus*, dans ceux de Grand'Croix, du culm d'Esnost et du Roannais. Il concourrait avec le *Bacillus vorax* à la destruction des tissus végétaux. »

VITICULTURE. — *Du mildew. Son traitement par un procédé nouveau : le lysolage.* Note de M. **Louis Sipière**, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« Béziers, 15 novembre 1894.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes observations sur les effets du lysol contre le mildew. Livrer à l'agriculture un procédé de traitement plus facile à employer, plus inoffensif et surtout plus économique que le sulfatage des vignes, tel a été le but que j'ai poursuivi dans mes expériences.

» J'ai eu l'idée de l'emploi du lysol, à cause : 1° de sa puissance microbicide et anti-cryptogamique; 2° de sa solubilité dans l'eau; 3° de son innocuité (j'en ai bu plusieurs fois, à la dose de $\frac{1}{100}$, sans en avoir ressenti la moindre indisposition); 4° de son prix modique surtout. Je me sentis encouragé dans mon entreprise, lorsque j'eus pris connaissance des Communications faites à l'Académie par M. J. Costantin, sur la *Culture du Champignon de couche et ses récents perfectionnements* (séances des 6 mars et 27 novembre 1893) [1].

---

[1] C'est grâce au concours de M. Paul de Ricart, propriétaire-viticulteur à Portiragnes, près Béziers (Hérault), que j'ai pu faire, sur une vaste échelle, l'essai de mon procédé nouveau.

» Les solutions employées dans mes expériences ont varié depuis $\frac{1}{1000}$ jusqu'à $\frac{10}{1000}$. Les solutions à 1, 2 et 3 pour 1000 m'ont paru trop faibles; celles à 8, 9 et 10 pour 1000 peuvent nuire à la conservation du raisin, qui, en se fendillant, arriverait à se pourrir par les temps humides. La solution pratique à laquelle je me suis définitivement arrêté est celle de $\frac{5}{1000}$ (5^{gr} de lysol dans 1^{lit} d'eau). A cette dose, l'efficacité de ce produit s'est montrée au même niveau que celle de la bouillie bordelaise, généralement adoptée.

» Comme la région où il m'a été permis de faire des expériences n'a pas eu à lutter cette année contre une invasion intense du mildew, j'ai dû faire porter mes observations exclusivement sur les caractères suivants : 1° végétation de la souche; 2° couleur de la feuille; 3° maturité du raisin; 4° durée de la feuille vivace. Comparativement aux rangées de souches sulfatées ou laissées sans traitement, les rangées lysolées m'ont fourni des preuves de l'efficacité du lysolage.

» En outre, je ferai remarquer que les conditions dans lesquelles mes expériences ont été faites n'étaient pas à leur avantage. Ce n'est que très tard que le traitement au lysol a commencé; puis, nous n'avons eu que les effets de deux opérations, tandis que le sulfatage a été fait en temps indiqué, soit par l'usage, soit par les instructions théoriques; de plus, ce dernier traitement a été complet, par les trois opérations réglementaires. Cependant le *lysolage* a eu le même degré d'efficacité que le *sulfatage*.

» Enfin, les pulvérisations au lysol, à partir de la dose de $\frac{4}{1000}$, ont la propriété de débarrasser les feuilles de tous les parasites, insectes ou larves qui y pullulent; j'ai même vu des pyrales tuées par l'action du lysol; en un mot, c'est un véritable nettoyage de toutes les impuretés de la souche.

» Quant au côté économique, le lysolage procurerait aux vignerons une économie annuelle de 28 pour 100. En effet, l'hectolitre de bouillie bordelaise, à la dose usuelle (3^{kg} de sulfate de cuivre pour un 1^{hl} d'eau), lui revient, chaux comprise, à $1^{fr},40$; tandis que l'hectolitre de solution de lysol ($0^{lit},5$ de lysol pour 1^{hl} d'eau) ne lui coûterait que 1^{fr}.

» Si l'on considère que le département de l'Hérault, seul, dépense tous les ans, d'après les statistiques, $3\,780\,000^{fr}$ de sulfate de cuivre, on peut affirmer que, par l'emploi du lysolage, l'économie réalisée chaque année dans ce département serait de *un million de francs* en moyenne, abstraction faite de l'économie réalisée sur la main-d'œuvre qui, dans le sulfatage, est très onéreuse.

» Je crois donc être au-dessous de la vérité, en concluant de tous ces

chiffres que, par l'emploi du lysolage, la viticulture française ferait annuellement une économie de 15 millions de francs.

» Cette économie pourrait même s'élever de 28 pour 100 jusqu'à 50 ou 60 pour 100, si des expériences ultérieures démontrent que le lysol peut agir efficacement contre l'*oïdium*, comme je le suppose.

» J'ouvre ici une parenthèse : dans l'une des parties lysolées à 1 pour 100, j'avais remarqué, au moment de la pulvérisation, une souche qui était fortement atteinte d'oïdium. Or, après la première aspersion de lysol, la souche a repris sa vitalité : la maladie s'était arrêtée ; le champignon subissait les influences du produit antiseptique, pour disparaître finalement. Ce phénomène remarquable nous ouvre une porte de plus à l'application du lysol en Agriculture.

» Si ce que je présume se réalise, nous aurons en Viticulture une véritable révolution, puisque l'on pourra combattre en même temps l'*oïdium* et le *mildew*.

» En résumé, le nouveau procédé de traitement du mildew consiste en pulvérisations à répandre dans les vignes, comme pour le sulfatage.

» Le lysolage doit comprendre trois opérations par an, chacune à la dose de 5 pour 1000 (500^{gr} de lysol par hectolitre d'eau ordinaire). Les époques de chaque opération seraient : la première, du 20 au 30 avril ; la deuxième, du 1er au 8 mai ; la troisième, du 1er au 8 juin. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *La maladie du Mûrier.* Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Chauveau.

« Dans de nombreuses localités de tout le midi de la France, les Mûriers sont atteints d'une maladie qui, par son aggravation continue dans ces dernières années, est devenue un redoutable danger pour la Sériciculture. Les auteurs en ont donné des descriptions différentes et peu exactes, mais d'où il semble ressortir, cependant, qu'elle est fort ancienne et qu'elle se retrouve sous des formes plus ou moins graves, dans la plupart des pays de culture du Mûrier. Les inexactitudes et les divergences des auteurs sont dues principalement à la marche peu uniforme de la maladie dont les multiples manifestations ont pu être considérées comme représentant autant d'affections distinctes, lesquelles, suivant les cas, ont été attribuées à des circonstances atmosphériques défavorables ou déclarées inconnues quant à leur origine, ou rapportées à d'autres maladies connues du Mûrier. Parmi ces dernières, la plus fréquemment invoquée a été le Pourridié, qui attaque, en effet, les Mûriers, mais pas plus souvent que d'autres arbres

ou arbustes des mêmes régions qui, à l'inverse des Mûriers, sont aussi bien portants que partout ailleurs.

» Cette opinion était donc peu probable *a priori*. Elle est née, en partie, de cette circonstance que, lorsqu'on arrache les Mûriers morts, on trouve fréquemment leurs racines envahies par des stromas mycéliens en plaques ou en cordons. La plupart de ces stromas appartiennent à des espèces saprophytes ne s'attaquant aux racines qu'après leur mort; mais leur présence n'en a pas moins servi à grossir démesurément le nombre des cas de Pourridié vrai.

» On voit donc qu'il existe, dans la pathologie du Mûrier, une véritable confusion, rappelant celle que présentait récemment encore tout un côté de la Pathologie viticole. Cela tient à ce que la maladie du Mûrier, comme la chytridiose de la Vigne, prend des apparences extérieures multiples. Et cette similitude d'allure s'explique par la similitude des origines : la maladie du Mûrier est aussi due à un Champignon de la famille des Chytridinées; c'est aussi une chytridiose.

» La *chytridiose du Mûrier* présente de grandes analogies avec celle de la Vigne. Voici ses principaux caractères.

» *Rameaux de l'année.* — Leur surface peut présenter des ponctuations ou pustules de couleur brune ou noire, de $0^{mm},5$ à 2^{mm} de longueur et de saillie, correspondant d'ordinaire aux stomates ou aux lenticelles. Plus souvent, elle présente des taches irrégulières, de dimensions variables, allant du brun clair au noir, luisantes ou ternes, légèrement surélevées ou un peu déprimées, se fendillant parfois en divers sens et prenant alors l'apparence de dartres ou de croûtes. Ces taches correspondent à une mortification plus ou moins profonde des tissus sous-jacents, accompagnée généralement de formations subéreuses. Lorsque les mortifications sont superficielles, la surface des taches peut s'excorier comme à la suite d'un frottement; lorsqu'elles sont profondes, la partie moyenne des taches se creuse de fentes en coin à bords noirs ou formés de bourrelets cicatriciels. Quelquefois, l'extrémité tout entière des rameaux se ride et se dessèche sans changer de couleur ou en prenant une teinte grise, brune ou noire. Ces divers accidents s'accompagnent parfois d'un court noué total ou partiel. Dans leur ensemble ils sont comparables à ceux de la chytridiose des sarments de la Vigne (gélivure de MM. Foëx et Viala).

» *Feuilles.* — Elles peuvent jaunir et se dessécher partiellement ou en totalité. Ou bien, elles conservent leur teinte générale verte, mais portent des taches brunes plus ou moins irrégulières, ayant en moyenne de 1^{mm} à 3^{mm} de diamètre; ces taches peuvent s'étendre et se fusionner par leurs bords et former alors des zones plus ou moins étendues; elles débutent d'ordinaire à la face supérieure et atteignent ensuite la face inférieure. D'autres fois, le limbe jaunit sur ses bords et entre les nervures principales. Les parties brunies ou jaunies se dessèchent à la fin. Le pétiole et les nervures principales peuvent présenter des pustules et des taches analogues à celles des rameaux.

Quelles que soient les lésions qu'elles présentent, les feuilles conservent leur taille normale ou, au contraire, deviennent plus petites; elles peuvent se déformer, se creuser en cupule, se gondoler en divers sens.

» Ces caractères sont comparables à ceux des formes les plus fréquentes de la chytridiose foliaire de la Vigne (brunissure, accidents chlorotiques).

» Les divers accidents des rameaux et des feuilles que je viens de décrire ne coexistent pas nécessairement sur le même arbre. Il est des localités où semble plutôt prédominer telle ou telle catégorie d'accidents. De là résulte la variété des aspects de la maladie.

» La chytridiose du Mûrier apparaît d'ordinaire de mai à juillet. Elle peut se reproduire chaque année avec des variations dans son intensité, sans qu'il en résulte autre chose qu'un affaiblissement lent de l'arbre, ou bien elle s'aggrave rapidement. Les pousses deviennent alors de plus en plus chétives; les feuilles tombent de bonne heure; çà et là dans le tronc, les maîtresses branches ou les racines des massifs cellulaires prennent une teinte brune; des branches entières se dessèchent, des racines pourrissent et la mort de l'arbre survient au bout de peu d'années.

» La chytridiose du Mûrier, comme celle de la Vigne, est due à un *Cladochytrium*. L'espèce du Mûrier ne diffère du *Cladochytrium viticolum* Prunet que par les dimensions un peu moindres de ses zoosporanges, de ses kystes et de ses zoospores.

» Les zoosporanges arrondis ont de 4 à 12 μ de diamètre moyen; les fusiformes, de 8 à 20 μ de longueur et de 3 à 8 μ de largeur; les zoospores ont en moyenne $1^{\mu},5$ de diamètre, et les kystes de 4 à 10 μ. On ne peut savoir encore si les deux espèces doivent être réellement différenciées; toutefois, à cause de son habitat, je donnerai provisoirement à celle du Mûrier le nom de *Cladochytrium Mori*.

» Par sa répartition dans les organes et les tissus, par son évolution annuelle, par ses rapports biologiques avec son hôte, le *Cladochytrium Mori* rappelle entièrement le *Cladochytrium viticolum*. Je ne puis donc, à ce sujet, que renvoyer à mes Notes antérieures sur ce dernier parasite.

» La similitude des parasites amène la similitude des traitements :

» On s'attachera d'abord à faire pénétrer dans l'arbre une quantité de sulfate de fer aussi grande que possible. Pour cela, immédiatement après la taille, on badigeonnera copieusement les plaies de taille et les parties voisines avec une solution de sulfate de fer de 20 à 40 pour 100 de concentration; on pourra étendre les badigeonnages aux maîtresses branches et au tronc et employer le sulfate de fer au pied des arbres. Ce traitement sera complété par des fumures et l'on devra, en outre, éviter d'effeuiller les arbres jusqu'à ce qu'ils aient repris leur vigueur.

» A titre de traitement préventif, il faudra répéter les badigeonnages des plaies de taille chaque fois que les Mûriers seront taillés. On devra aussi, à l'aide d'engrais, réparer de temps à autre les pertes qui résultent de l'effeuillage et on tiendra la terre propre et meuble au pied des arbres. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les conditions qui ont détermine les caractères principaux de la surface lunaire.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Dans son célèbre Ouvrage sur *Les Volcans* (¹), Poulett Scrope décrit l'expérience suivante :

» Si l'on emplit, dit-il, une poêle à frire ordinaire, d'un pouce ou deux de plâtre mêlé avec de l'eau dans laquelle on a fait fondre un peu de glu (pour l'empêcher de *prendre* trop vite) jusqu'à consistance de pâte, et qu'on la place sur le feu de façon à faire bouillir l'eau avec assez de violence, les bulles qui crèvent constamment à la surface, en se suivant rapidement aux mêmes points, finissent, lorsque tout le fluide est évaporé, par laisser de nombreuses cavités circulaires, avec un petit rebord de matières tout alentour; ces cavités ressemblent tellement à celles de la Lune, qu'il est difficile de ne pas être convaincu que notre satellite a dû subir une opération analogue, quelque différente qu'en soit l'échelle.

» J'ai répété cette petite manipulation, et, en en variant les conditions, j'ai obtenu quelques résultats qui me paraissent dignes d'être signalés. Plusieurs photographies, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, permettront d'en apprécier les principales particularités.

» J'ai employé d'abord, sans variante, le dispositif du géologue anglais et j'ai vu se faire les cupules dont il parle; mais je me suis aperçu qu'en changeant la compacité de la pâte, on détermine des accidents spéciaux. Ceux-ci ne peuvent être étudiés commodément que sur nos fourneaux à gaz : c'est en fermant subitement le robinet, au moment opportun, qu'on peut arrêter profitablement l'expérience, pour laisser la matière plastique dans une immobilité absolue, jusqu'à ce que la *prise* lui donne la solidité qui assure la conservation de tous ses détails.

» C'est en opérant ainsi que j'ai préparé des spécimens présentant l'un des traits des volcans lunaires que Poulett Scrope ne semble pas avoir imité; il s'agit d'un petit mamelon, situé au centre même des cirques.

(¹) Page 234 de la traduction française de Pierruggi; Paris, 1864. En 1884, M. Bergeron a appelé l'attention sur ses expériences relatives au même sujet.

En suivant attentivement l'expérience, on s'assure que le mamelon se forme au même moment que le cratère enveloppant.

» Les cratères se produisent en certains points, et même suivant certains alignements réglés par la distribution de la chaleur et par la constitution qui en résulte, de canaux de dégagement de la vapeur. Ils peuvent se grouper par deux ou trois ou davantage, et il arrive qu'un cirque unique en enveloppe plusieurs, ce qui est une disposition fréquente de la Lune. Dans ce cas, il est ordinaire que l'altitude dans les cirques soit différente de celle des régions environnantes : elle est souvent inférieure, ce qui est caractéristique aussi, d'après le témoignage des sélénographes.

» On ne peut poursuivre ces essais sans être frappé de la distinction fort inégale des cratères à la surface, cependant bien peu considérable, des récipients employés : certaines parties sont couvertes de cirques et de cratères, les uns béants, les autres pourvus de la colline ombilicale mentionnée plus haut ; à côté, des surfaces qui peuvent être relativement fort larges, sont restées presque complètement lisses. Il en résulte des contrastes comparables à ceux qui, depuis si longtemps, ont fait diviser le disque de notre satellite en *mers* et en *continents*.

» La différence entre ces deux catégories de régions s'accentue encore si on recouvre la pâte, au moment où elle entre en ébullition, d'une très mince couche de sable fin, d'une nuance faiblement grisâtre. Les éruptions apportent la matière blanche du fond par-dessus cette pellicule colorée ; les chaînes de cratères et les coulées qui en sortent constituent des îlots éclatants, sur le fond général plus terne ; la photographie rend le contraste d'une manière intéressante, par sa ressemblauce avec les photographies lunaires. Les gouttelettes lancées verticalement viennent retomber sur le sable et simulent les blocs épars signalés dans les mers.

» En poussant enfin l'expérience jusqu'au dégagement de la plus grande partie de l'eau, on voit des fissures s'ouvrir, bien analogues souvent avec les rainures ou *sélénoclases*, par leur longueur relative, leurs anastomoses, et leur continuation imperturbable au travers de tous les accidents superficiels.

» Je crois qu'il est difficile d'imaginer un fac-similé plus complet de la surface de notre satellite, et la théorie géologique de la Lune s'en trouve certainement éclairée d'un manière très vive. Le seul point que je veuille signaler aujourd'hui à cet égard, c'est que le genre d'éruption dont le disque lunaire présente tant de témoignages paraît relatif à un stade de l'évolution sidérale que notre globe a depuis longtemps traversé. Si notre satellite

s'y est arrêté, c'est sans doute que la proportion relative des fluides dont il se trouvait pourvu à l'origine était insuffisante pour lui permettre d'aller plus loin dans la série des états planétaires. La Lune, quoique parvenue à une période de décrépitude qui permet d'y reconnaître des particularités, telles que les rainures, que la Terre acquerra plus tard, représente un organisme comparable, dans la série cosmique, à celui des êtres atteints d'arrêt de développement dans le monde biologique.

» On peut, en quelque sorte, vérifier cette conception, en recouvrant le bain de plâtre en éruption d'une couche relativement épaisse de sable, qui représente le revêtement des terrains cristallisés et stratifiés qui fait l'épiderme de notre globe. Les manifestations volcaniques changent alors de caractère et se rapprochent du type terrestre : des soulèvements bien plus localisés déterminent des fissures, sur lesquelle s'ouvrent des cratères laissant exsuder de vraies coulées qui se répandent à l'extérieur. C'est un sujet sur lequel je me propose de revenir ultérieurement. »

PSYCHO-PHYSIOLOGIE. — *Du rôle de nos sensations dans la connaissance des phénomènes mécaniques.* Note de M. **P. Clémentitch de Engelmeyer**, présentée par M. Marey.

« Ceux qui enseignent la Mécanique professionnelle constatent que leurs élèves acquièrent très vite la notion des forces et des vitesses, tandis que celles du travail et de la masse sont extrêmement lentes à acquérir. Cela semble tenir à ce que nos sens, qui nous font apprécier les forces et les vitesses, nous renseignent fort mal sur la valeur du travail mécanique.

» Le sens musculaire, par exemple, nous donne des impressions à peu près identiques dans deux circonstances très différentes au point de vue mécanique : l'effort musculaire statique et le travail musculaire.

» Ainsi, quand nous soutenons un poids à bras tendu, si ce poids est parfaitement immobile, nos muscles font un *effort statique,* mais en général cette immobilité n'est pas complète : de petits mouvements se produisent et le poids est alternativement soulevé et abaissé. C'est donc du *travail* que nous produisons alors. Et pourtant notre sens musculaire ne nous avertit point du changement de nature de l'acte que nous exécutons. Il y a une limite où l'effort statique et le travail ne se distinguent pas l'un de l'autre pour le sens musculaire : c'est quand le mouvement exécuté par les muscles n'atteint pas la valeur minima nécessaire pour être perçu.

» Chaque mouvement d'un membre quelconque de notre corps est aussi accompagné d'une dépense d'énergie.

» Le muscle accomplit les mêmes actes intimes et fait des dépenses d'énergie dans les deux cas. Il ressemble, en cela, à l'électro-aimant qui, à des degrés divers, consomme de l'énergie électrique, soit pour soutenir une masse, soit pour la déplacer.

» Ainsi, le mouvement, la force et le travail qui, en Mécanique, appartiennent à des catégories entièrement différentes, sont, pour notre sens musculaire, des actes de même nature, ne différant entre eux que par l'intensité.

» Il est intéressant de chercher si d'autres sens, le tact et la vue par exemple, nous renseignent mieux sur les phénomènes mécaniques.

» Le tact nous fait apprécier les forces. Posons une main sur une table et chargeons cette main d'un poids : la pression que nous ressentirons nous donnera la mesure de la force agissante, c'est-à-dire de la pesanteur. D'autre part, certains mouvements nous sont perceptibles par le tact; tel est, par exemple, le mouvement d'une mouche qui rampe à la surface de notre peau.

» Le tact, qui peut nous faire percevoir des forces et des mouvements, pourra-t-il nous donner la notion du produit de ces deux facteurs l'un par l'autre, c'est-à-dire du travail mécanique? Il n'en est rien. En effet, les forces que le tact nous révèle sont celles qui s'exercent perpendiculairement à la surface de notre corps; les mouvements que le tact perçoit sont ceux qui se font tangentiellement à cette surface. Or, ces forces et ces mouvements, dont les directions sont perpendiculaires l'une à l'autre, ne peuvent se composer ensemble et donner naissance à un travail. Ainsi le tact ne peut non plus donner à notre esprit la notion du travail mécanique.

» La vue nous renseigne bien sur les mouvements; mais elle n'apprécie que le mouvement, indépendamment des forces qui l'ont produit. Un train de chemin de fer qui passe, un oiseau qui vole, s'ils ont la même vitesse, nous donnent des sensations semblables, et pourtant quelles masses inégales se meuvent dans ces deux cas! Quelle différence dans la dépense de travail effectué! La vue, qui nous fait connaître les mouvements, nous laisse donc ignorer entièrement les forces et le travail mécanique.

» Toutefois, comme les notions que reçoit notre esprit lui arrivent par les différents sens, et que les impressions de l'un d'entre eux sont contrôlées par celles des autres, il est clair que c'est par une combinaison de

ce genre que la connaissance expérimentale des notions mécaniques nous est donnée; car le témoignage du sens musculaire tout seul nous ferait confondre la force avec le travail, comme le daltonisme fait confondre entre elles des ondulations lumineuses de périodes très différentes.

» Il ne faut donc pas s'étonner si les conceptions des élèves en Mécanique restent longtemps sans pouvoir dépasser les notions que les sens nous livrent d'une façon directe : celles de force, de mouvement et de travail. Il est même des esprits qui ne s'élèvent jamais au delà de ces notions : ceux, par exemple, des chercheurs du mouvement perpétuel. Or ces hommes ne constituent pas une minorité négligeable.

» Ils ne sont pas non plus, au début, de véritables aliénés, mais seulement des esprits dont l'évolution au point de vue mécanique s'est arrêtée trop tôt. Ils sont même logiques dans la poursuite de leur chimère, puisque pour eux il n'existe pas de différence essentielle entre force et travail. Pour eux, dans une machine en repos, des forces égales et contraires se font équilibre; tandis que, dans une machine en mouvement, des forces résistantes apparaissent en antagonisme avec les forces motrices. Il ne s'agit donc que de faire dominer les unes sur les autres. On voit alors ces illuminés chercher de mille façons, par des ressorts ou par des poids, à rendre les forces motrices supérieures aux forces résistantes, et s'étonner toujours de l'insuccès pratique des plans qu'ils ont conçus.

» Il m'a semblé intéressant de soumettre aux psychologues un état d'esprit auquel le témoignage des sens nous conduit tout d'abord, et au-dessus duquel on ne s'élève que par un effort assez grand de la raison. »

M. le **Ministre des Affaires étrangères**, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, transmet une Lettre du Ministre de la République à Santiago du Chili, relative au tremblement de terre du 27 octobre 1894.

Ce tremblement de terre, dont les effets ont été si désastreux pour les provinces de la Rioja et de San Juan dans la République voisine de l'Argentine, a été ressenti au Chili vers $4^h 10^m$ du soir : la durée, à Santiago, n'a pas été inférieure à une minute quarante secondes.

M. Obrecht s'est livré à une enquête détaillée sur le phénomène.

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. **F. de Fougères** adresse une Note relative aux essais de culture de la

Persicaire de Sakhalin (*Polygonum sachalinense*), qu'il a entrepris à Fort-de-France (Martinique).

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1895.

Edmond Fremy, 1814-1894. Paris, L. de Soye et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dehérain.)

Notice sur M. Duchartre, par M. Louis Passy, secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France. Paris, Chamerot et Renouard, 1895; 1 br. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 1. 25 janvier 1895. Paris, G. Masson, 1895; 1 fasc. in-8°.

Recherches sur les faunes marine et maritime de la Normandie, par Henri Gadeau de Kerville. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1894; 1 vol. gr. in-8°.

Les théories météorologiques de M. Duponchel. Étude critique, par E. Tournier, Lieutenant de vaisseau. Paris, Beaudoin, 1894; 1 br. in-8°.

Contribution à l'étude des condensateurs électriques, par Léon Silhol. Bourg-Saint-Andéol, Ed. Charre, 1894; 1 br. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. R. Zeiller, Ingénieur en chef des Mines, Lauréat de l'Académie des Sciences (Prix Fontanes, 1893). Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895; 1 br. in-4°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Décembre 1894. Paris; 1 vol. in-8°.

Atti della Accademia Pontaniana. Volume XXIV. Napoli, 1894; 1 vol. in-4°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per

cura del prof. P. Tacchini. Novembre 1894. Roma, Bertero, 1895; 1 fasc. in-4°.

Sauva an Manhu-nara. Monographia como subsidio a historia da fauna paulista. A.-G. de Azevedo Sampaio. São Paulo, 1894; 1 br. in-8°.

Programma del regio Istituto tecnico superiore di Milano. Anno 1894-95. Milano, Décembre 1894; 1 br. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el observatorio de Madrid durante los años 1892 *y* 1893. Madrid, 1894; 1 vol. in-8°.